

## RESSOURCENEFFIZIENZ IN TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN

# RESSÉFF

## HANDBUCH FÜR DIE PRAXIS

Dieser Ordner wurde durch das RessEff-Projektteam des Verbandes Textilpflege Schweiz (VTS) und mit der Unterstützung des Bundesamtes für Energie (BFE) und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erarbeitet und bietet eine Fülle von Informationen über Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien.

Obwohl das RessEff-Projektteam des VTS mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achtet, kann hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Ebenso wird jede Haftung für Schäden irgendwelcher Art, die sich durch die Anwendung dieses Ordners ergeben, abgelehnt.

Die Rechte auf Druck, Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung des Ordners liegen beim VTS. Das Kopieren oder andere Arten der Reproduktion von Skizzen, Bildern, Text oder Textteilen aus diesem Ordner bedürfen der vorgängigen Genehmigung durch den VTS.

# INHALTSÜBERSICHT

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
1.1 AUSGANGSLAGE.....	7
1.2 ZIELSETZUNG .....	7
1.3 PROJEKTORGANISATION .....	8
<b>2 ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN.....</b>	<b>10</b>
2.1 RESSOURCENMANAGEMENT.....	10
2.2 GEBÄUDE.....	19
2.3 ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK.....	24
2.4 WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE) .....	56
2.5 WARENFLUSS UND ADMINISTRATION .....	58
2.6 NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN.....	63
<b>3 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI.....</b>	<b>73</b>
3.1 WASCHEN.....	73
3.2 ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE.....	100
3.3 TROCKNEN.....	103
3.4 MANGELN .....	112
3.5 INDUSTRIELLES FINISHEN.....	117
<b>4 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG.....</b>	<b>120</b>
4.1 PROZESSWÄRME .....	120
4.2 REINIGEN MIT LÖSEMITTELN.....	126
4.3 NASSREINIGUNG UND TROCKNEN .....	128
4.4 WASCHEN MIT KÜHLWASSER .....	130
4.5 VAKUUM .....	132
4.6 FINISHEN .....	132
<b>5 SCHLUSSWORT .....</b>	<b>137</b>
<b>6 ANHANG.....</b>	<b>138</b>
6.1 MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE .....	138
6.2 FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN .....	141
6.3 CHECKLISTEN UND TABELLEN .....	142
6.4 LINKS.....	149
6.5 STICHWORTVERZEICHNIS.....	150
6.6 IMPRESSUM.....	155

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
1.1	AUSGANGSLAGE.....	7
1.2	ZIELSETZUNG.....	7
1.3	PROJEKTORGANISATION .....	8
<b>2</b>	<b>ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN.....</b>	<b>10</b>
2.1	RESSOURCENMANAGEMENT.....	10
2.1.1	<i>Grundsätzliches .....</i>	<i>10</i>
2.1.2	<i>Prozesse und Ressourceneinsatz .....</i>	<i>10</i>
2.1.3	<i>Die Blackbox-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes .....</i>	<i>12</i>
2.1.4	<i>Vorgehen beim Optimieren des Ressourcenverbrauchs?.....</i>	<i>13</i>
2.1.5	<i>Das Zwiebelschalenmodell .....</i>	<i>14</i>
2.1.6	<i>Zahlen und mögliche Ziele.....</i>	<i>15</i>
2.1.7	<i>Die grüne Wäscherei .....</i>	<i>16</i>
2.1.8	<i>Anforderungen an die Zahlenbasis.....</i>	<i>17</i>
2.2	GEBÄUDE.....	19
2.2.1	<i>Gebäudehülle.....</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>Raumklima .....</i>	<i>19</i>
2.2.3	<i>Lüftung/Kühlung/Heizung .....</i>	<i>20</i>
2.2.4	<i>Beleuchtung .....</i>	<i>22</i>
2.3	ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK.....	24
2.3.1	<i>Primärenergieträger .....</i>	<i>24</i>
2.3.2	<i>Prozesswärme-Erzeugung .....</i>	<i>25</i>
2.3.2.1	<i>Dampfdruck senken .....</i>	<i>25</i>
2.3.2.2	<i>Ein-/Ausschalten minimieren.....</i>	<i>26</i>
2.3.2.3	<i>Optimierte Verbrennung.....</i>	<i>26</i>
2.3.2.4	<i>Speisewassermanagement und Verbesserung des ECO-Wirkungsgrades .....</i>	<i>27</i>
2.3.2.5	<i>Weitere wichtige Massnahmen.....</i>	<i>31</i>
2.3.3	<i>Prozesswärme-Verteilung.....</i>	<i>32</i>
2.3.3.1	<i>Isolation von wärmeführenden Leitungen und Absperrventilen.....</i>	<i>32</i>
2.3.3.2	<i>Prüfung der Kondensatableiter/Sicherheitsventile.....</i>	<i>34</i>
2.3.3.3	<i>Optimale Gestaltung des Dampfnetzes.....</i>	<i>36</i>
2.3.4	<i>Wasseraufbereitung.....</i>	<i>37</i>
2.3.5	<i>Druckluft.....</i>	<i>38</i>
2.3.5.1	<i>Druckluftherzeugung.....</i>	<i>39</i>
2.3.5.2	<i>Druckluftverteilung.....</i>	<i>41</i>
2.3.6	<i>Elektrische Energie und Motoren.....</i>	<i>43</i>
2.3.7	<i>Rückgewinnungssysteme und Abwärmenutzung – allgemeine Bemerkungen.....</i>	<i>44</i>
2.3.7.1	<i>Definitionen und Grundlagen.....</i>	<i>44</i>

2.3.7.2	<i>Wärmetauschersysteme</i> .....	46
2.3.7.2.1	Bauarten von Wärmetauschern.....	46
2.3.7.2.2	Am Wärmetausch beteiligte Stoffe .....	46
2.3.7.2.3	Kondensierende und nicht kondensierende Wärmetauscher .....	47
2.3.7.2.4	Zentrale und dezentrale Systeme.....	48
2.3.7.3	<i>Unbedingt zu beachten bei Planung von WRG und AWN</i> .....	49
2.3.7.4	<i>Prioritäten und Koordination bei WRG und AWN</i> .....	50
2.3.7.4.1	WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse .....	50
2.3.7.4.2	WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse .....	51
2.3.7.4.3	AWN aus Verbrennungsgasen.....	52
2.3.7.4.4	AWN bei Druckluftherzeugern .....	52
2.3.7.5	<i>Verwendung der zurückgewonnenen Wärme</i> .....	52
2.3.8	<i>Erneuerbare Energien</i> .....	54
2.4	WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE) .....	56
2.5	WARENFLUSS UND ADMINISTRATION .....	58
2.5.1	<i>Betriebsinterner Warenfluss</i> .....	58
2.5.2	<i>Externer Warenfluss/Vertrieb</i> .....	61
2.5.3	<i>Administration</i> .....	62
2.6	NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN.....	63
2.6.1	<i>Wasser</i> .....	63
2.6.2	<i>Chemie</i> .....	66
2.6.2.1	<i>Waschmittel</i> .....	66
2.6.2.2	<i>Lösemittel</i> .....	67
2.6.2.3	<i>Textilien</i> .....	67
2.6.2.4	<i>Mangelwachs</i> .....	68
2.6.3	<i>Verpackung und Betriebsmaterial</i> .....	69
2.6.4	<i>Lager</i> .....	71
2.6.5	<i>Entsorgung</i> .....	72
<b>3</b>	<b>MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI</b> .....	<b>73</b>
3.1	WASCHEN.....	73
3.1.1	<i>Waschschleudermaschinen (WSM)</i> .....	75
3.1.1.1	<i>Technik</i> .....	75
3.1.1.1.1	Kriterien beim Neukauf einer Waschschleudermaschine .....	76
3.1.1.1.2	Nachrüstung / Umbauten an bestehenden WSM .....	78
3.1.1.1.3	Zentrale Dosieranlage .....	78
3.1.1.2	<i>Verfahren</i> .....	78
3.1.1.2.1	Vorgehen bei vorhandenen Maschinen, ohne Tanks und ohne zusätzliche Wasseranschlüsse .....	80
3.1.1.2.2	Sinnvolle Nachrüstungen – Tanks und Warmwasser .....	82
3.1.1.2.3	Lösungen mit zurückgewonnenem Wasser.....	85
3.1.2	<i>Kontinuierliche Waschmaschinen</i> .....	87
3.1.2.1	<i>Technik</i> .....	87

3.1.2.2	Verfahren .....	90
3.1.2.2.1	So würde heute eine Neu-Anlage aufgebaut und betrieben.....	91
3.1.2.2.2	Optimierung der bestehenden Prozesse .....	97
3.1.2.2.3	Zusätzliche Massnahmen bei Anlagen mit Rückgewinnung.....	98
3.2	ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE.....	100
3.2.1	Technik und Verfahren.....	100
3.2.2	Rückgewinnung .....	102
3.3	TROCKNEN.....	103
3.3.1	Technik und Wartung allgemein .....	103
3.3.2	Durchladetrockner.....	107
3.3.2.1	State of the Art – bei Neukauf zu beachten.....	107
3.3.2.2	Umrüstung und Nachrüstung .....	109
3.3.3	Frontladetrockner – kleinere Trockner.....	110
3.4	MANGELN .....	112
3.4.1	Ressourcenoptimierung.....	112
3.4.2	Bei Neukauf beachten.....	114
3.4.3	Abwärmenutzung.....	115
3.5	INDUSTRIELLES FINISHEN.....	117
3.5.1	Tunnelfinisher .....	117
3.5.2	Taktfinisher .....	119
<b>4</b>	<b>MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG.....</b>	<b>120</b>
4.1	PROZESSWÄRME.....	120
4.1.1	Zentrale Dampferzeugung .....	120
4.1.1.1	Öl- oder gasbefeuerte Dampferzeuger.....	122
4.1.1.2	Elektrisch beheizte Dampferzeuger.....	122
4.1.1.3	Prozesswärmeverteilung bei zentraler Installation .....	123
4.1.2	Dezentrale Energieversorgung .....	125
4.2	REINIGEN MIT LÖSEMITTELN.....	126
4.2.1	Maschinenteknik .....	126
4.2.2	Lösemittel und Verfahren.....	126
4.3	NASSREINIGUNG UND TROCKNEN .....	128
4.4	WASCHEN MIT KÜHLWASSER .....	130
4.5	VAKUUM .....	132
4.6	FINISHEN .....	132
4.6.1	Bügeln.....	133
4.6.2	Pressen.....	133
4.6.3	Taktfinisher .....	133
4.6.4	Hemdenfinish .....	134
4.6.4.1	Hemdenfinisher .....	134
4.6.4.2	Hemdenpresse.....	136

<b>5</b>	<b>SCHLUSSWORT .....</b>	<b>137</b>
<b>6</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>138</b>
6.1	MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE .....	138
6.1.1	<i>Mitgliedschaften .....</i>	138
6.1.2	<i>Förderbeiträge .....</i>	140
6.2	FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN .....	141
6.3	CHECKLISTEN UND TABELLEN .....	142
6.3.1	<i>Tägliche Kontrollen/Wartung .....</i>	142
6.3.2	<i>Wöchentliche Kontrollen .....</i>	143
6.3.3	<i>Wöchentliche Kontrollen Dampfgenerator .....</i>	144
6.3.4	<i>Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers .....</i>	145
6.3.5	<i>Maschinen- und Fahrzeughistorie .....</i>	146
6.3.6	<i>Lagerbuchhaltung Chemie/Material .....</i>	147
6.4	LINKS.....	149
6.5	STICHWORTVERZEICHNIS .....	150
6.6	IMPRESSUM.....	155



# 1 EINLEITUNG

## **Vorwort des VTS-Präsidenten**

Die Preiserhöhungen der letzten Jahre für Energie, Wasser/Abwasser und Chemikalien haben sowohl bei den gewerblichen Wäschereien als auch bei den Textilreinigungen zu einem verstärkten Bewusstsein für die Relevanz des Energie- und Ressourcenverbrauchs geführt. Da vor allem im Energiebereich in den nächsten Jahren weiterhin mit real stark steigenden Kosten zu rechnen ist, hat die Ressourceneffizienz für alle Unternehmen der Textilpflegebranche eine existentielle Bedeutung. Hohe Ressourceneffizienz bedeutet aber auch bessere Umweltverträglichkeit – sie ist damit ein wichtiger Teil zum Nachweis nachhaltiger Unternehmensführung.

Der Verband Textilpflege Schweiz VTS ist seit jeher bemüht, geeignete Unterstützung zu bieten respektive Massnahmen umzusetzen, um Umweltverträglichkeit und Ressourceneffizienz in der Textilpflegebranche zu fördern. So auch mit vorliegendem Handbuch. Es soll als Nachschlagewerk für Praktikerinnen und Praktiker dienen und helfen, den Ressourcenverbrauch im eigenen Betrieb zu optimieren.

Im Namen des VTS möchte ich einen speziellen Dank an den Projektleiter Daniel Ammann richten. Er hat mit allergrösstem Einsatz die verschiedenen Arbeiten im Projekt koordiniert, die Autoren betreut sowie zahlreiche Texte und Beiträge redaktionell überarbeitet. Aber auch den Autoren, den Sponsoren, den Bundesämtern für Energie (BFE) und Umwelt (BAFU) sowie allen übrigen am Projekt beteiligten Personen sei an dieser Stelle ein herzliches Dankeschön für die wertvolle Unterstützung ausgesprochen.

*Christoph Papritz, VTS-Präsident, Rüdtligen*

## **Vorwort des RessEff-Projektleiters**

Als Projektleiter des VTS-Projektes «Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien» lag meine Aufgabe insbesondere darin, die Arbeiten zu diesem Handbuch zu koordinieren sowie zahlreiche Beiträge und Artikel zusammenzustellen und zu verfassen. Ich möchte an dieser Stelle allen Beteiligten herzlich für ihren wertvollen Einsatz danken. Es war eine angenehme und intensive Zusammenarbeit – geprägt von Respekt und konstruktiv gefördert vom gemeinsam anvisierten Ziel.

Mein Dank gilt insbesondere dem Bundesamt für Energie (BFE) und dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) für die finanzielle Unterstützung respektive den beteiligten Herren Daniel Zürcher, BAFU, und Martin Stettler, BFE, für ihre fachliche Unterstützung.

*Daniel Ammann, Projektleiter RessEff, Wallisellen*

## 1.1 AUSGANGSLAGE

Die steigende Bedeutung der Kosten für Energie und andere Ressourcen ist eine Tatsache und braucht hier nicht weiter begründet zu werden. Die politische Diskussion über Energieverbrauch, Energiewende und Umweltbelastung ist wichtig, muss aber anderswo geführt werden und ist stark von persönlichen Einstellungen geprägt. Ein gemeinsamer Nenner kann sicher darin gesehen werden, dass verminderter Ressourcenverbrauch sowohl finanziell gesehen als auch im grösseren Kontext sinnvoll und erwünscht ist.

Aus diesen Gründen hat es sich der Verband Textilpflege Schweiz VTS zur Aufgabe gemacht, seinen Mitgliedern (und in geeigneter Form auch anderen Branchenteilnehmern) im Bereich der Ressourcenoptimierung ein Angebot zur Selbsthilfe zu erarbeiten.

Wir – das RessEff-Projektteam – sind der Überzeugung, dass dieser Markt nicht nur geschäftstüchtigen Experten und Fachleuten überlassen werden soll. Jeder Betriebsinhaber<sup>1</sup>, leitende Angestellte oder Verantwortliche soll selber Interesse und Begeisterung für das Thema entwickeln. Selbstverständlich braucht es auch fachlichen Rat von Spezialisten; wir wollen unsere Möglichkeiten nicht überschätzen. Um aber auf Augenhöhe mit Fachleuten diskutieren und verhandeln zu können, brauchen wir eigenes Wissen oder müssen zumindest in einem neutralen Ratgeber nachschlagen können. Dazu soll das vorliegende Handbuch dienen.

## 1.2 ZIELSETZUNG

### **Hilfe zur Selbsthilfe – das war und ist unser Motto!**

Wir wollen dazu motivieren, kleine und grosse Projekte zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Angriff zu nehmen. Wir möchten die Freude und den Spass, der uns selber gepackt hat, weitergeben. Ein Erfolgserlebnis bei der Ressourcenoptimierung kann begeistern und zum Weitermachen animieren. Mit dem Teilprojekt «Benchmarking» – einem anonymisierten Vergleich der Verbrauchszahlen im internen Bereich der Website [www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch) – liefern wir zudem die Gelegenheit, den eigenen Ressourcenverbrauch zu dokumentieren und die gemachten Fortschritte mit den Branchenkollegen zu vergleichen. Hoffentlich ein

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit verwenden wir in diesem Handbuch ausschliesslich die männliche Form für alle Personen und Funktionsbezeichnungen. Die weibliche Form ist dabei stets auch gemeint.

Ansporn für jeden Teilnehmer, neue Massnahmen und Projekte umzusetzen, um sich im Vergleich zu seinen Mitbewerbern zu verbessern – damit hätten wir unser Ziel erreicht.

Wir haben darauf verzichtet, Schätzungen über das Einsparpotential der Branche zu machen oder uns quantitative Ziele zu setzen – das wäre alles zu spekulativ. Die Mitglieder der EnAW-Modellgruppe «Wäscherei»<sup>2</sup> haben aber gezeigt, dass grosse Einsparungen möglich sind. Wir wollen keine Moral-Apostel sein und an ein schlechtes Gewissen aufgrund des vielbeschriebenen Klimawandels appellieren. Jeder soll seine eigene Motivation finden, Massnahmen zur Ressourcenoptimierung umzusetzen.

Ganz wichtig ist immer: Die Projekte müssen sich rechnen! Ob dies in einer Amortisationszeit von weniger als drei Jahren gipfelt oder zur Befriedigung persönlicher Verantwortung dient, spielt letztlich keine Rolle – jeder rechnet auf seine Weise.

Das Projekt «RessEff» soll auch die gegenseitige Hilfe fördern. Fragen Sie einen der Autoren dieses Handbuchs, einen Kollegen oder wenden Sie sich an die beteiligten Verbände. Wir werden versuchen, die richtigen Strukturen für die Unterstützung zu schaffen.

Schliesslich möchten wir an dieser Stelle festhalten, dass dieses Handbuch nur eine Momentaufnahme darstellt – die technische und organisatorische Entwicklung wird es bald überholen. Wir werden es deshalb in geeigneter Form weiterpflegen und bei Bedarf aktualisieren und sind schon jetzt dankbar für jegliche Anregungen und Hinweise.

### **1.3 PROJEKTORGANISATION**

Es war von Anfang an unser Ziel, das immense, in der Branche vorhandene Knowhow auf breiter Basis zu nutzen. Wir glauben, dass aus den Praxiserfahrungen langjähriger Profis, hochmotivierter junger Kollegen und dem grossen Wissen unserer Lieferanten eine gesunde Mischung entstanden ist. Ein bisschen Theorie gehört natürlich dazu, wir haben uns alle bemüht, diese in verständlichen Worten und möglichst einfach gestaltet einzubringen.

---

<sup>2</sup> Seit mehr als zehn Jahren treffen sich regelmässig rund ein Dutzend Vertreter Schweizer Wäschereien und erarbeiten unter der Federführung der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) Benchmarks und Lösungen für Energiespar- und CO<sub>2</sub>-Reduktionsmassnahmen.

So haben also die im Impressum genannten, mehr als zwanzig Personen Beiträge verfasst und korrigiert, haben Fragen beantwortet und zu umstrittenen Themen recherchiert. Auf die exakte Namensangabe der Autoren bei den einzelnen Kapiteln haben wir bewusst verzichtet, wir sehen dieses Handbuch als Gemeinschaftswerk vieler am weiteren Gedeihen unserer Branche interessierten Personen an.

Eine spezielle Erwähnung verdient Gustav Lorenz, Lachen. Er gab den Anstoss zu unserem Projekt und überzeugte die Verbandsmitglieder des VTS und die unterstützenden Bundesämter mit seinem durchdachten Konzept. Bei der Realisierung dieses Handbuchs war er ständiger Ansprechpartner der Projektleitung und konnte auf diesem Weg sein immenses Wissen in das Projekt einbringen. Das Teilprojekt «profit» entstand unter seiner Leitung.

Eine Projektgruppe hat das Zustandekommen der verschiedenen Projektteile begleitet und überwacht. Als wohlwollendes Kontrollorgan amtierte die breit abgestützte Begleitgruppe. Dort waren auch die uns unterstützenden Bundesämter für Energie und für Umwelt vertreten. Sie wurden regelmässig über den Stand der Arbeiten und die Finanzen des Projekts informiert.

### **Die einzelnen Teilprojekte**

Das hier vorliegende Handbuch ist das Herzstück des ganzen Projekts «Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien».

Das Teilprojekt «profit» bildet einen einfachen Einstieg in unser Thema und liefert eine erste Standortbestimmung in Sachen Ressourceneffizienz resp. -management im eigenen Betrieb. Nutzen Sie den einfachen Zugang über die Website [www.profit.ch](http://www.profit.ch).

Mit der Teilnahme am Teilprojekt «Benchmarking» haben Textilpflegebetriebe die Möglichkeit, ihre Verbrauchszahlen mit ähnlich gelagerten Betrieben aus der Branche – eingeteilt in drei Gruppen – zu vergleichen. Die Teilnahme ist laufend möglich, weitere Auskunft erhalten Sie bei der Projektleitung oder auf der VTS-Geschäftsstelle.

Bei Bedarf werden zukünftig auch Beratungsleistungen angeboten – individuell an einzelne Betriebe oder in Form von Workshops.

## **2 ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTIL- REINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN**

Dominierendes Thema in diesem Handbuch ist die Energieeffizienz. Daneben werden aber auch immer wieder andere Ressourcen angesprochen. Energie sparen zu Lasten eines höheren Verbrauchs an Chemie oder Material muss hinterfragt werden. In Kapitel [2.6](#) werden Wasser, Chemie, Material/Verpackung, Lager und Entsorgung zusammenfassend dargestellt.

### **2.1 RESSOURCENMANAGEMENT**

#### **2.1.1 Grundsätzliches**

Unter dem Sammelbegriff «Ressourcen» werden in diesem Handbuch Energie (Heizöl, Gas, elektrischer Strom, Treibstoff), Chemikalien und Wasser verstanden, die für den Aufbereitungsprozess in Wäschereien und Textilreinigungen sowie für den Transport zum Einsatz kommen.

Selbstverständlich sind auch die in Textilpflegebetrieben aufbereiteten Textilien als Ressource zu betrachten. Eine möglichst schonende Behandlung, mit dem Ziel des maximalen Werterhalts, muss dabei im Vordergrund stehen. Aus diesem Grund beinhaltet ein optimales Ressourcenmanagement nicht einfach die maximale Reduktion der verwendeten Ressourcen, sondern eine optimale Abstimmung von Ressourceneinsatz, Produktqualität und Wirtschaftlichkeit der Leistungserbringung.

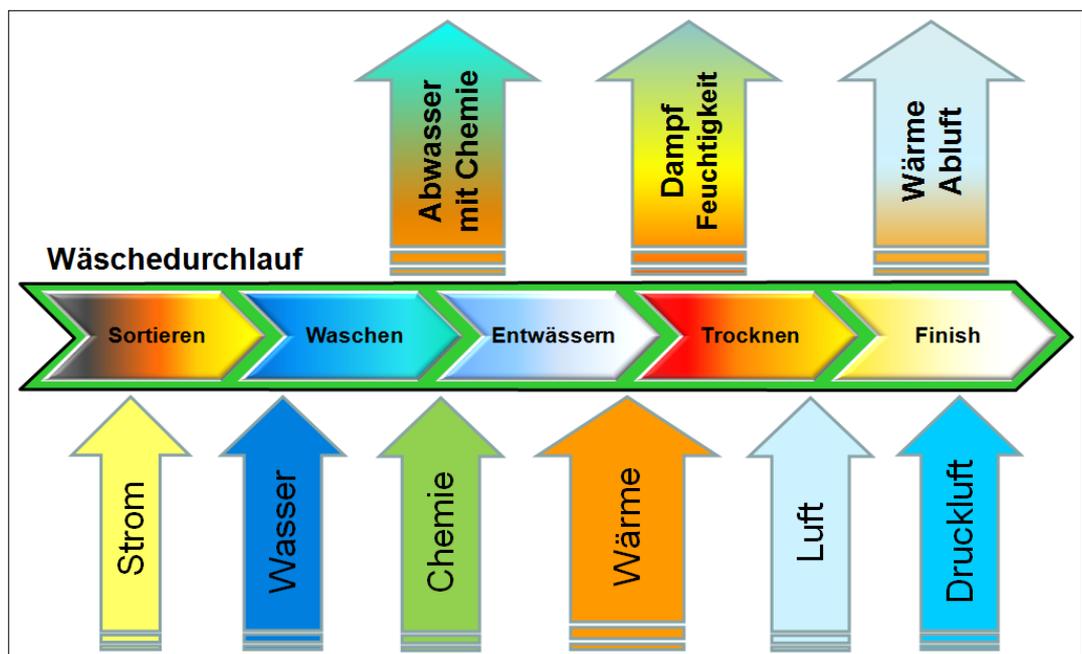
Direkt verbunden mit der Ressourcenoptimierung ist auch immer eine Reduktion der Umweltbelastung. Neben dem wirtschaftlichen Nutzen schont die Ressourcenoptimierung die Umwelt und hat damit positive Auswirkungen auf das Image der Branche.

#### **2.1.2 Prozesse und Ressourceneinsatz**

Die nachfolgende Tabelle zeigt auf, welche Ressourcen in den einzelnen Prozessen der Textilreinigungen und Wäschereien direkt oder indirekt (über Prozesswärme, Druckluft) zum Einsatz kommen können.

Prozess	Ressourceneinsatz
<b>Transport</b> (vom Kunden zum Betrieb)	TS
<b>Haustechnikprozesse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasseraufbereitung</li> <li>• Prozesswärmeerzeugung (Dampf, Thermoöl, Fernwärme)</li> <li>• Drucklufterzeugung</li> <li>• Lüftung/Klimatisierung</li> <li>• Abwasserbehandlung</li> <li>• Beleuchtung</li> </ul>	KW, ES, IS EE, KW, ES, CH, DL ES ES, EE/PW ES, CH ES
<b>Teilprozesse Produktion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlieferung/Sortierung</li> <li>• Wasch- und Entwässerungsprozess</li> <li>• Textilreinigungsprozess</li> <li>• Volltrocknungs- und Mangelprozesse</li> <li>• Finishprozesse</li> <li>• Reinraumprozess</li> <li>• Zwischenlagerung/Spedition</li> </ul>	ES, DL, KW/WW, EE/PW, ES, EE/PW, ES, DL, CH EE/PW, ES, DL, CH EE/PW, ES, DL EE/PW, ES, DL ES, DL
<b>Transport</b> (vom Betrieb zum Kunden)	TS

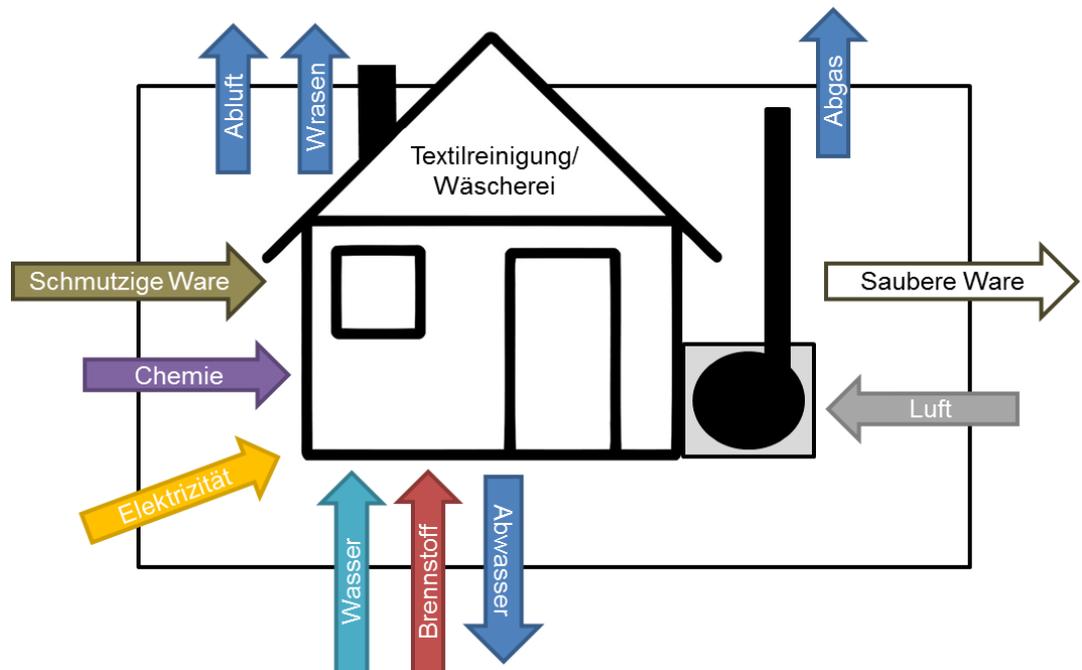
KW Kaltwasser                      EE Endenergie (Heizöl, Gas, Holz)  
 WW Warmwasser                  PW Prozesswärme (Dampf, Thermoöl)  
 ES Elektrischer Strom           DL Druckluft  
 IS Industriesalz                  TS Treibstoff  
 CH Chemikalien



Energiezufuhr und -abgänge für den standardmässigen Produktionsablauf in Textilpflegebetrieben (ohne Transporte). Grafik: Lier Energietechnik AG.

### 2.1.3 Die Blackbox-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes

Bei der Blackbox-Betrachtung wird eine gedachte Grenze um das System gezogen (Systemgrenze) und das Augenmerk gilt den Energie- und Ressourcenströmen, die dem System zugeführt werden oder dieses verlassen.



Black-Box-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes. Grafik: H.J. Sumi, Hotel Zentralwäscherei Gstaad.

Top Empfehlung: Ziel:

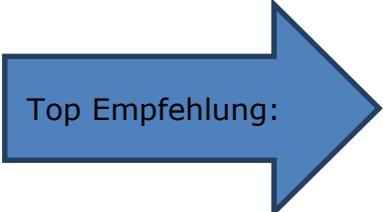
- Abgeführte Energieströme verkleinern

Wenn die abgeführten Energieströme (Abgas, Abluft, Abwasser etc.) gesenkt werden können, muss auch weniger Energie zugeführt werden. Die betragsmässig grössten Energieströme, die das System verlassen, sind der Abwasserstrom (Volumen und Temperatur) und die Abluftströme aus den Trocknungs- und Finish-Prozessen der Wäscherei (Volumen, Temperatur und Feuchte).

## 2.1.4 Vorgehen beim Optimieren des Ressourcenverbrauchs?

Auf die Frage, wie bei der Ressourcenoptimierung wohl am einfachsten vorzugehen sei, hört man oft den Rat: «Am besten neue Maschinen kaufen, denn die sind in punkto Energieverbrauch auf jeden Fall besser als die alten.» Dieser Tipp ist in zweifacher Hinsicht mit Vorsicht zu geniessen. Erstens ist mit dem Kauf neuer Maschinen immer auch ein immenser Verbrauch an Ressourcen verbunden – Produktion, Installation und Entsorgung verbrauchen viel Material und Energie. Zweitens ist die Finanzierungsfrage zu klären. Fehlende Liquidität kann sehr schnell zu ernsthaften Existenzsorgen führen.

Auch unter diesem finanziellen Blickwinkel hat sich gezeigt, dass durch die Überprüfung und Anpassung der bestehenden Prozesse und durch ändern des Verhaltens schneller und kostengünstiger Verbesserungen erzielt werden können.



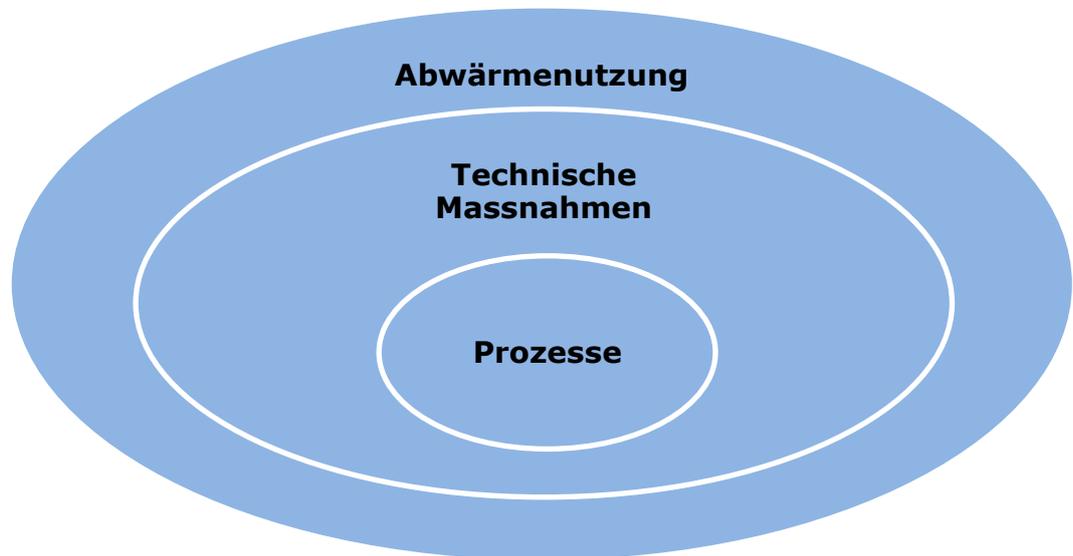
Top Empfehlung:

- Prozesse prüfen und Verhalten ändern

Technische Nachrüstungen müssen genau berechnet werden. Häufig wird in diesem Handbuch folgender Satz zu lesen sein: «...aus finanziellen Gründen nicht zu empfehlen». Planung und Installation von Rückgewinnungsanlagen kann enormen Spass machen und ist vielleicht interessanter, als das mühsame Überprüfen von Prozessen und Vorgehensweisen. Trotzdem empfehlen wir das nachstehend in Kapitel [2.1.5](#) beschriebene Vorgehen; ohne von anderen Möglichkeiten grundsätzlich abraten zu wollen.

## 2.1.5 Das Zwiebelschalenmodell

Die Ressourcenoptimierung sollte nach dem sogenannten «Zwiebelschalenmodell» erfolgen, d.h. von Innen nach Aussen:



### 1. Schritt: Prozessoptimierung

In erster Priorität sollen alle Massnahmen umgesetzt werden, die ohne grosse Investitionen zu einer direkten Reduktion der eingesetzten Ressourcen führen. Dazu werden alle Verfahren unter dem Aspekt des Ressourcenverbrauchs kritisch hinterfragt.

### 2. Schritt: Technische Optimierung

In zweiter Priorität ist zu prüfen, inwieweit sich eine Nachrüstung oder sogar vorzeitige Erneuerung von technischen Anlagen aufgrund des Ressourcensparpotentials wirtschaftlich rechnet. Im Vordergrund steht dabei die Reduktion von Abstrahlungsverlusten durch optimale Isolation. Hinweise zu möglichen Nachrüstungen bei Einzelmaschinen oder zum aktuellen Stand der Technik bei Neuanschaffungen finden sich in den Kapiteln [3](#) und [4](#).

### 3. Schritt: Rückgewinnung und Abwärmenutzung

Erst in dritter Priorität und wenn alle vorerwähnten Potentiale ausgeschöpft sind, bringen Investitionen zur Rückgewinnung und Abwärmenutzung langfristig wirtschaftlichen Nutzen.

## 2.1.6 Zahlen und mögliche Ziele

Leider ist die Datenlage über aktuelle Verbrauchszahlen sehr schmal und höchst unterschiedlich für die verschiedenen Arten von Betrieben in unserer Branche. Für Textilreinigungen liegen keine aussagekräftigen IST-Werte vor und es ist deshalb schwierig, Zielvorgaben zu formulieren. Die Zahlen aus dem im Frühjahr 2013 gestarteten VTS-Projekt «Benchmarking»<sup>3</sup> werden hier sicher interessante Neuigkeiten bringen.

Bei den Wäschereien ist zwischen Betrieben mit einer Waschstrasse und solchen, die ausschliesslich mit Waschsleudermaschinen waschen, zu unterscheiden. Diese Unterscheidung trennt am deutlichsten zwischen kleineren und grösseren Unternehmen und gleichzeitig auch zwischen eher industriell produzierenden und weniger stark automatisiert arbeitenden Firmen. Für Wäschereien mit Waschstrassen gibt die nachstehende Tabelle einige Anhaltswerte zum Energieverbrauch:

		Wasserverbrauch	Wärmeverbrauch	Stromverbrauch
Waschen ☺		7.0 l/kg	0.26 kWh/kg	0.05 kWh/kg
		9.0 l/kg	0.36 kWh/kg	0.06 kWh/kg
	☹	16.0 l/kg	0.60 kWh/kg	0.08 kWh/kg
Taktrockner ☺			0.60 kWh/kg	
			0.80 kWh/kg	
	☹		1.50 kWh/kg	
Mangelstrasse ☺			0.60 kWh/kg	
			0.80 kWh/kg	
	☹		1.50 kWh/kg	
Finisher ☺			1.00 kWh/kg	
			1.20 kWh/kg	
	☹		3.20 kWh/kg	
<b>Wäscherei</b> ☺		7.0 l/kg	0.90 kWh/kg	0.15 kWh/kg
		9.0 l/kg	1.40 kWh/kg	0.22 kWh/kg
	☹	16.0 l/kg	3.60 kWh/kg	0.35 kWh/kg

Anhaltswerte zum Energieverbrauch in einer Wäscherei mit Waschstrasse.

Tabelle: Lier Energietechnik AG.

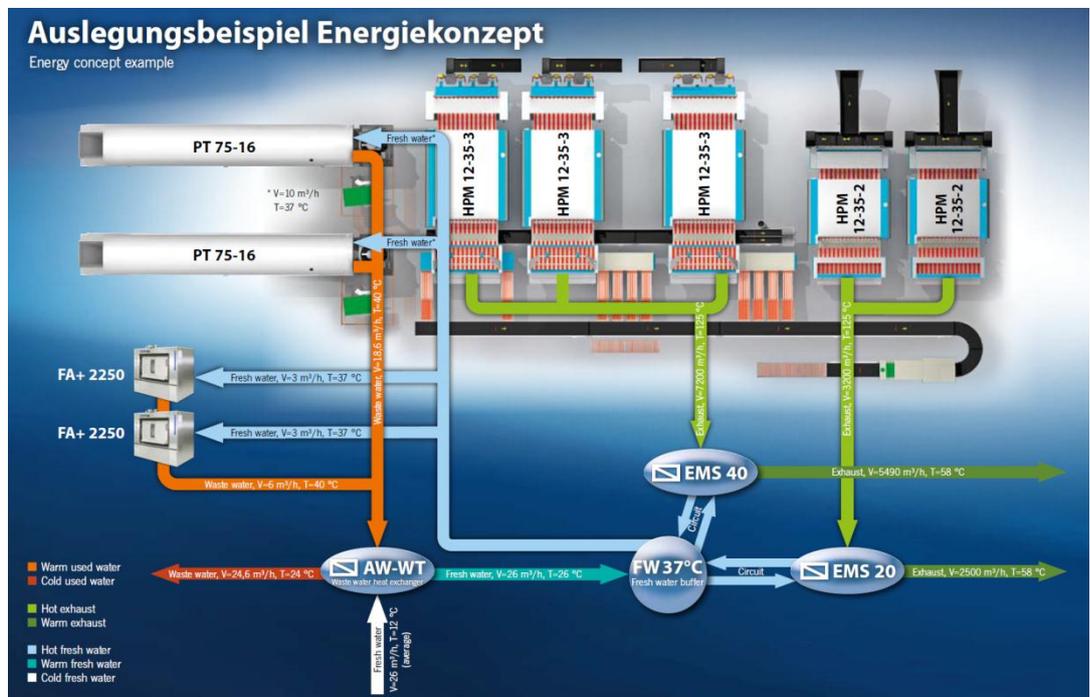
Die grössten Wäscherei-Lieferanten der Branche haben in den letzten Jahren Zielvorstellungen definiert, wie sich gute oder eben noch verbesserte Verbrauchszahlen erzielen lassen. Man spricht dabei von der dampffreien Wäscherei resp. der grünen Wäscherei als anzustrebendes Optimum. Im Folgenden wird die Bezeichnung «grüne Wäscherei» als Sinnbild für eine ressourcenschonende Lösung verwendet.

<sup>3</sup> Informationen zum VTS-Projekt Benchmarking: [www.textilpflege.ch/verband/ressourceneffizienz](http://www.textilpflege.ch/verband/ressourceneffizienz).

## 2.1.7 Die grüne Wäscherei

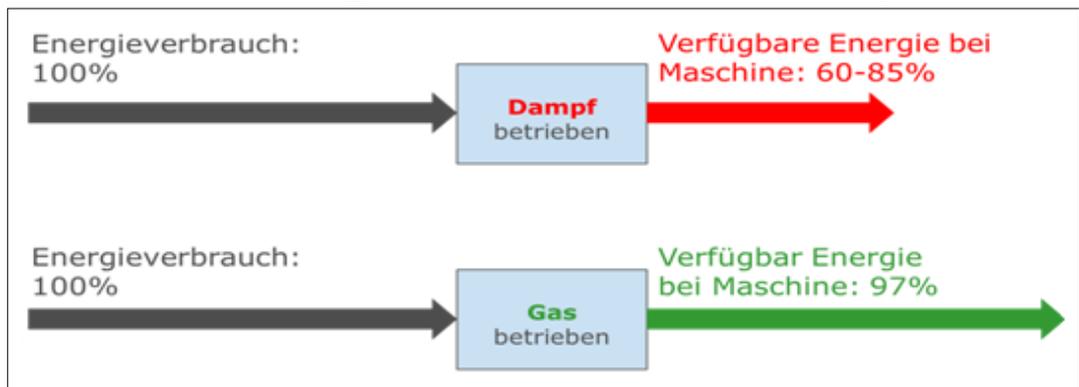
Hauptmerkmal der grünen Wäscherei ist der Verzicht auf eine zentrale Energieversorgung und das damit verbundene Netz. Weil in Wäschereien in der Regel Dampf als Nutzenergie verwendet wird, sprechen wir hier vom Verzicht auf Dampfkessel und Dampf- resp. Kondensatleitungsnetz. Primärenergie wird nur bei direkt gasbeheizten Komponenten eingesetzt. In Frage kommen: Mangel, Trockner, Tunnelfinisher oder Waschstrasse.

Ein übergreifendes **Energie-Management-System** regelt die internen Energie- und Wasserrückgewinnungssysteme.



Auslegungsbeispiel Energiekonzept. Grafik: Herbert Kannegiesser GmbH.

**Direkte Gasbeheizung** ist effizienter als Betrieb mit Dampf:



Effizienzvergleich Gas- und Dampfheizung. Grafik: Jensen Group.

In einem Praxisbeispiel werden Verbrauchssenkungen von 1.9 kWh/kg Wäsche auf aktuell 1.0 kWh/kg beschrieben und weitere Senkungen bis auf 0.7-0.8 kWh/kg versprochen. Im betreffenden Betrieb werden eine gasbeheizte Waschstrasse, ein gasbeheizter 2-Roller und ein gasbeheizter Tumbler eingesetzt<sup>4</sup>. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich wohl um eine optimale Ausgangslage bezüglich Betriebsgrösse und anfallender Wäsche handelt.

Die Vorteile von direkter Gasbeheizung auf einen Blick:

- höhere Energieeffizienz dank direkter Beheizung
- kein Kesselraum und kein Dampfkessel
- keine Kesselspeisewasseraufbereitung
- kein Brügendampf und kein Abschlämmen
- keine Dampf- und Kondensatleitungen – dadurch keine Abstrahlungsverluste
- weniger Wartungs- und Unterhaltsaufwand

Die grüne Wäscherei ist ein theoretisches Konstrukt und muss in der Praxis immer wieder in Frage gestellt werden. So hat sich zum Beispiel für das Aufheizen der Waschflotte in Waschstrassen die Lösung mit einem kleinen Schnelldampferzeuger als sehr effizient erwiesen. Sinnvolle Kompromisse dürfen keinesfalls ausser Acht gelassen werden.

### **2.1.8 Anforderungen an die Zahlenbasis**

Eine minimale Zahlenbasis ist sehr wichtig: Einerseits um überhaupt eine Übersicht über den Ressourcenverbrauch im eigenen Betrieb zu erhalten, andererseits um die Auswirkungen von Optimierungsmassnahmen verfolgen resp. messen zu können. Als minimale Zahlenbasis wird empfohlen:

- Bearbeitete Menge
- Wasserverbrauch
- Stromverbrauch
- Primärenergieverbrauch

Diese vier Parameter werden auch im VTS-Projekt «Benchmarking»<sup>5</sup> erfasst. Dort werden Wasserverbrauch, Stromverbrauch und die verbrauchte Primärenergie in Relation zur bearbeiteten Stückzahl (in Textil-

<sup>4</sup> Jensen Group, Wäscherei Stuhl in Österreich; 10 Tonnen/Tag; Hotelwäsche im Leasing.

<sup>5</sup> Vgl.: [www.textilpflege.ch/verband/ressourceneffizienz](http://www.textilpflege.ch/verband/ressourceneffizienz).

reinigungen) resp. zur Wäschemenge in kg (in Wäschereien) verglichen. Das Benchmarking basiert auf der quartalsweisen Eingabe der Daten. Betriebsintern empfiehlt sich eine monatliche Erfassung. Vor allem in der Anfangsphase können vor und nach getätigten Optimierungsmassnahmen sogar tägliche oder wöchentliche Erfassungen resp. Kontrollen sinnvoll sein.

Top Empfehlung:

Wichtigster Grundsatz:

- Die Zahlen müssen immer auf die gleiche Art und in regelmässigen Abständen erfasst werden

### Erweiterte Zahlenbasis

Je nach Betriebsgrösse und -komplexität können die zu vergleichenden Parameter erweitert werden. Als weitere Kategorien drängen sich auf:

- Chemikalienverbrauch
- Treibstoffverbrauch

Für die Erfassung des Chemikalienverbrauchs ist eine einfache Lagerbuchhaltung erforderlich (vgl. Anhang [6.3.6](#)).

**Tipp:** Teilnehmer des VTS-Projekts «Benchmarking» werden bei Bedarf bei der Erfassung der erforderlichen Verbrauchszahlen unterstützt (Kontaktaufnahme via VTS-Geschäftsstelle, [office@textilpflege.ch](mailto:office@textilpflege.ch)). Bei der Eingabe der Daten ins Online-Erfassungsformular erfolgt zudem jedes Mal eine automatische Plausibilitätskontrolle. Anschliessend wird sofort der Vergleich mit den eigenen Zahlen des Vorjahrs sowie mit denjenigen der übrigen Teilnehmer ersichtlich.

## 2.2 GEBÄUDE

### 2.2.1 Gebäudehülle

Textilreinigungen und Wäschereien, welche in Altbauten eingemietet sind, haben wenig Einfluss auf die Ausführung der Gebäudehülle. Solange mit hohen Temperaturen in der Produktion gekämpft wird, ist es besser, alle Leitungen zu isolieren. Sobald Heizbedarf besteht, muss der Isolation Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei einem Neubau sind gesetzliche Vorschriften zu beachten, sanierungswillige Eigentümer prüfen die Subventionen von Bund und Kantonen.

Durch Dämmung der Gebäudehülle kann Energie eingespart werden. In diesem Zusammenhang findet man bei kantonalen und öffentlichen Energiefachstellen eine grosse Auswahl an Leitfäden und Merkblätter.

Empfehlenswerte Internetseiten:

- [www.gh-schweiz.ch](http://www.gh-schweiz.ch)
- [www.bfe.admin.ch/bauschlau](http://www.bfe.admin.ch/bauschlau)
- [www.energie.zh.ch](http://www.energie.zh.ch)
- [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

### 2.2.2 Raumklima

Ein vernünftig angepasstes Raumklima<sup>6</sup> erleichtert das Erbringen der erwarteten Arbeitsleistung. In bestehenden Gebäuden und kleineren Betrieben ist dieses Ziel in unserer Branche oft schwer zu erreichen. Die wichtigsten Massnahmen:

Top Empfehlung:

- Abstrahlung verkleinern
- Wärme von Blaspuppen usw. auffangen und verwenden oder abführen
- Optimal lüften

<sup>6</sup> Als Raumklima wird das Mikroklima (Klima) eines Raumes in einem Gebäude bezeichnet. Das Raumklima wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst: Temperatur am Arbeitsplatz, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Gehalt der Innenraumluft an Schadstoffen, Licht am Arbeitsplatz und Elektrosmog.

#### a) Abstrahlung verkleinern

Neben Leitungen (Dampf, Kondensat, Abluft) haben vor allem Maschinen eine grosse Wärmeabstrahlung und heizen damit die Räume unerwünscht auf. Waschmaschinen, Tumbler, Finisher und Mangeln sollten isoliert sein. Auch Pressplatten können isoliert werden, geschlossene Konstruktionen (Kammern für Dämpfen und Pressen) strahlen weniger ab als offene Geräte.

#### b) Abzugshauben montieren

Vor allem Hemdenfinisher geben grosse Mengen an Dampf und Heissluft an die Umgebung ab. Abzugshauben werden von Herstellern oder spezialisierten Firmen angeboten. Sinnvollerweise wird die warme Luft oder die rückgewonnene Wärme wieder für den Trocknungsprozess genutzt. Näheres dazu in Kapitel [4.6.4](#).

#### c) Lüften

Beim Lüften am Arbeitsplatz sind einige Regeln zu beachten, damit das Raumklima konstant bleibt:

- Am besten ist es, gegenüberliegende Fenster und Türen zu öffnen, d.h. quer zu lüften.
- Stosslüften (ein Fenster für fünf bis zehn Minuten weit öffnen) ist besser, als ein Fenster den ganzen Tag gekippt zu haben.

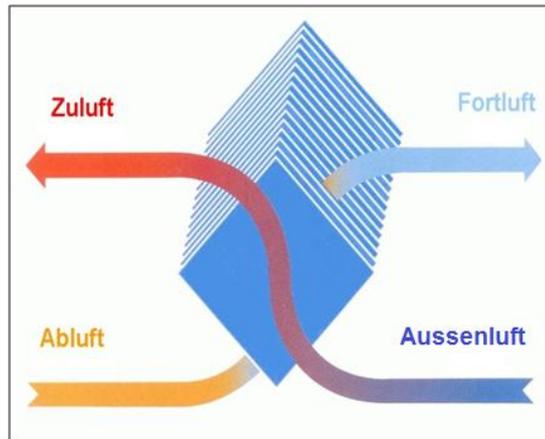
### 2.2.3 Lüftung/Kühlung/Heizung

Für die Lüftung in Textilreinigungen sind in erster Linie die gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Auf Basis der eidgenössischen Luftreinhalteverordnung haben die Kantone entsprechende Vorschriften erlassen.

Top Empfehlungen:

- Bestehende Lüftungen regelmässig reinigen oder reinigen lassen
- Kann die Lüftung variabel gesteuert werden oder läuft der Ventilator auf konstantem Niveau auch bei tieferem Bedarf?
- Ist der eingestellte Volumenstrom richtig bemessen?
- Prüfen, ob der Ventilatormotor durch ein verbrauchsgünstigeres Modell ersetzt werden kann (Grösse und Energieeffizienzklasse)

Eine Faustregel besagt, dass die gesamte Raumluft ca. ein Mal pro Stunde ausgetauscht werden sollte, um ein gutes Klima zu erhalten. Die ins Freie geführte Abluft aus diversen Maschinen stellt eine erhebliche Menge dar. Wenn die klimatischen Verhältnisse im Betrieb schon auf einem angenehmen Niveau sind, drängt sich die Erstellung einer Luftbilanz zur Berechnung der nötigen Luftzufuhr auf. Die nachfolgende Darstellung erklärt das System:



Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung. Quelle: Systemair / TBAS.

Ein Ventilator führt die energiereiche verbrauchte Raumluft (Abluft) über einen Kreuzwärmetauscher nach aussen und ein zweiter saugt gleichzeitig sauerstoffreiche Frischluft an, welche den Räumen zugeführt wird (Zuluft). Der Kreuzwärmetauscher entzieht der warmen, verbrauchten Luft die Wärmeenergie und gibt sie an die Frischluft ab, die sich dabei erwärmt. Mit minimalen Energieverlusten wird so ein gesundes Raumklima geschaffen und die Schimmelbildung verhindert.

Im Sommer kann ein zusätzlicher Luft/Wasser-Wärmetauscher, durch welchen das kalte Frischwasser für die Waschmaschinen strömt, die warme Aussenluft abkühlen und das Frischwasser aufheizen.

***In der Praxis:*** In Wäschereien und Textilreinigungen ist es im Normalfall sehr heiss und die Bemerkungen zu erwärmter Zuluft mögen realitätsfremd erscheinen. Auch die sinnvolle Verwendung von aufgeheiztem Frischwasser ist gerade in kleineren Textilreinigungen wohl nicht angebracht – die Verwendung des Kühlwassers aus Reinigungsmaschinen ist einfacher und günstiger zu realisieren.

### **Argumente für die kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung und/oder Kühlung**

#### **a) Mehr Wohlbehagen**

Die verbrauchte Luft in den Räumen wird ständig gegen gereinigte temperierte Frischluft ausgetauscht. Schadstoffe, Staub und Blütenpollen werden dabei weggefiltert.

*b) Weniger Heizkosten*

Die Wärme aus der verbrauchten Luft wird mittels Kreuzwärmetauscher bis zu 80% zurückgewonnen und der Frischluft zugeführt, ohne dass sich die Luftströme vermischen. Ergebnis: Heizkosteneinsparung von zwischen 30 bis 50%.

*c) Weniger Kühlkosten*

Die Wärme aus der Aussenluft wird mittels Luft/Wasser-Wärmetauscher bis zu 50% zurückgewonnen und dem Frischwasser zugeführt. Ergebnis: Kühlkosteneinsparung von zwischen 10 bis 20%.

*d) Wirtschaftlich-ökologische Gesamtlösung*

Heizung, Kühlung und Lüftung: Durch die Reduzierung der Heiz- resp. Kühlenergie kann eine kleinere Heiz-/Kühlanlage installiert werden.

*e) Keine Feuchteschäden mehr*

Feuchtigkeit kann sich nicht mehr festsetzen, weil sie sofort abgeführt wird. Feuchtebauschäden kommen bei fachgerechter kontrollierter Lüftung nicht vor.

## **2.2.4 Beleuchtung**

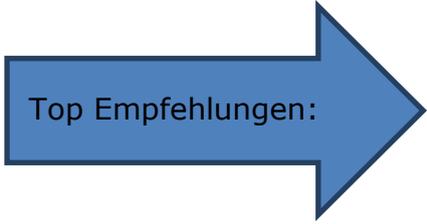
Top Empfehlungen:

- Licht löschen – das spart am meisten Energie
- Bewegungsmelder und Minuterien prüfen

Getrennte Lichtgruppen helfen beim Sparen. Es muss nicht die ganze Halle beleuchtet sein, wenn nur in einem Teilbereich zu wenig Licht vorhanden ist.

Bewegungsmelder sind sinnvoll für Lager, Garderoben und Gänge. In Räumen mit Tageslicht sollte man Bewegungsmelder mit einem Helligkeitssensor kombinieren. Alternativ können Minuterien geprüft werden: Das Licht wird manuell eingeschaltet und schaltet automatisch wieder aus (z.B. nach fünf Minuten).

## Änderungen an der Beleuchtung – Massnahmen bei Ersatzbedarf



Top Empfehlungen:

- Alte Leuchtstoffröhren durch neue T5 ersetzen und elektronische Vorschaltgeräte verwenden
- Ausprobieren, ob in vorhandenen Doppelhalterungen mit nur einer Röhre genug Helligkeit erzeugt werden kann
- Bei offenen Balkenleuchten Reflektoren montieren

Wenn alte Leuchtstoffröhren zu ersetzen sind, sollte der Hauselektriker nach den T5-Röhren gefragt werden. Diese lassen sich im Normalfall problemlos anstelle der bisherigen einsetzen. Dies ist eine Massnahme, welche fortlaufend umgesetzt werden kann. Es entstehen nur geringe Mehrkosten, dafür sind grosse Stromeinsparungen zu realisieren. Leuchten gehen bei Spannungsschwankungen schneller kaputt, ein Spannungsprüfer und -begrenzer kann helfen.

LED sind nach dem heutigen Stand der Technik und den aktuellen Preisen (noch) kein Thema.

## 2.3 ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK

### 2.3.1 Primärenergieträger

#### Öl, Gas, Strom oder andere Energie?

Als Primärenergie bezeichnet man die in natürlicher Form zur Verfügung stehenden Energiequellen (Öl, Gas, Holz, Sonne, Wind etc.). In diesem Handbuch sprechen wir von Endenergie (Öl, Gas, Strom und evtl. Holz), die durch Umwandlung zu Nutzenergie wird (meistens Dampf). Auf Vor- und Nachteile bzgl. der Bereitstellung, der Lagerung und wirtschaftlich/politisch bedingter Preisunterschiede soll hier nicht eingegangen werden.

Top Empfehlungen:

Gas bietet viele Vorteile!

- Weniger CO<sub>2</sub>-Emission
- Breiterer Regelbereich bei Gasbrennern
- Etwas besserer Wirkungsgrad = höherer Brennwert bei Gas

Die leistungsbezogene CO<sub>2</sub>-Emission bei Heizöl EL beträgt 0.27 kg CO<sub>2</sub> pro umgesetzter kWh, bei Erdgas hingegen nur etwa 0.20 kg CO<sub>2</sub> pro kWh. Modulierende Gasbrenner decken einen etwas breiteren Arbeitsbereich ab. Das energieintensive und zeitraubende Abschalten und neustarten kann minimiert werden. Erdgasbefeuerte Anlagen können einen etwas höheren Brennwert und damit einen besseren Wirkungsgrad erreichen.

**Fazit:** Eine Umstellung von Öl auf Erdgas oder Flüssiggas sollte in jedem Falle geprüft werden.

Auch eine Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien (Biomasse, Holzpellets, Solar, Windkraft etc.), entweder als vollwertige Alternative zur bisherigen Wärmeerzeugung oder als zusätzliche Energieerzeugung, ist prüfenswert.

Vorsicht: Platzbedarf und Investitionskosten sind gross, Wartung und Unterhalt können aufwändig sein.

**Beispiel aus der Praxis:** Die Textilreinigung Frey in Deutschland hat als erster Betrieb in unserer Branche erfolgreich auf einen Biomassen-Dampfkessel (Pellet oder Hackschnitzel) umgestellt. In Deutschland werden solche Umstellungen zum Teil subventioniert.



## 2.3.2 Prozesswärme-Erzeugung

Die Kapitel [2.3.2](#) und [2.3.3](#) befassen sich mit der Gestaltung und Steuerung von zentralen Anlagen und Verteilnetzen von Nutzenergie. Wir beschränken uns auf Dampfanlagen, wohlwissend, dass auch Thermo-Öl-Anlagen in der Schweiz eine gewisse Tradition haben. Die theoretische Alternative unter dem Schlagwort «grüne Wäscherei» oder «dampflose Wäscherei» wurde in Kapitel [2.1.7](#) vorgestellt.

Top Empfehlungen:

- Dampfdruck senken – sofort sparen!
- Ein-/Ausschalten minimieren
- Verbrennung optimieren

### 2.3.2.1 Dampfdruck senken

Ohne Investitionen Energie sparen? Das ist möglich, wenn der Dampfdruck abgesenkt wird. Manchmal muss man sich von althergebrachten Meinungen trennen – einen alten Zopf abschneiden: Die Menge verlangt nicht zwingend einen möglichst hohen Dampfdruck. Es ist durchaus möglich, ohne negative Folgen auch mit deutlich reduziertem Dampfdruck eine gute Leistung und Qualität zu erreichen. Sprechen Sie mit Ihrem Lieferanten darüber.

Das Senken der Waschtemperaturen ist mittlerweile überall ein Thema. Das gleiche gilt je länger je mehr auch für den Finish, der ebenfalls mit verringerten Temperaturen durchgeführt werden kann. Temperatursenkungen können willkommene Nebeneffekte haben, wie beispielsweise eine längere Lebensdauer von Wäsche und Mangel Tuch oder -gurten sowie auch eine verringerte elektrostatische Aufladung.

Das gesamte Dampfnetz wird dann mit dem reduzierten Dampfdruck betrieben. Die Wärmeabstrahlung des Kessels und der Dampfleitungen an die Umgebung wird vermindert. Die Senkung des Dampfdruckes geht

direkt mit einer sinkenden Dampftemperatur einher. Bei einer Dampfdrucksenkung von 10 auf 6 bar sinkt die Dampftemperatur um etwa 20°C. Dies bewirkt auch eine niedrigere Abgastemperatur und senkt somit direkt die abgasseitigen Verluste.

**Tip:** Senken Sie den Dampfdruck jeweils nur um 0.5 bar und beobachten Sie eine Woche lang. Wenn keine negativen Folgen sichtbar werden, setzen Sie die Massnahme fort.

**Beispiel aus der Praxis:** In einer Wäscherei im Berner Oberland, wurde der Dampfdruck von 12 auf 9.5 bar reduziert. Gemangt wird mit 30-jährigen Stahlmuldenmangeln. Trotz nicht optimaler Voraussetzungen (Dampfumformer statt Dampfkessel u.a.m.) ergab sich insgesamt eine Energieersparnis von 10.3% (als Summe von verschiedenen Veränderungen und damit nicht direkt reproduzierbar).

### 2.3.2.2 Ein-/Ausschalten minimieren

Top Empfehlungen:

- Möglichst lange Brennerlaufzeiten helfen beim Energiesparen
- 2-stufige Brenner nach Möglichkeit durch modulierende Brenner ersetzen

Generatoren haben keinen Dampfvorrat und reagieren deshalb sehr schnell auf Veränderungen beim effektiven Dampfverbrauch. Es besteht die Gefahr, dass der Dampfdruck zusammenfällt. Andererseits stellt der Brenner bei Erreichen des Ausschaltpunktes ab und das erneute Zünden braucht wegen des Vorspülens eine gewisse Zeit. Es ist deshalb anzustreben, dass der Brenner möglichst wenig ausschaltet. Hier hat der modulierende Gasbrenner einen Vorteil. Sein Regelbereich ist grösser, er kann die Leistung stark reduzieren und damit das Ausschalten verzögern oder gar vermeiden. Eine moderne Steuerung geht adaptiv auf steigenden oder sinkenden Dampfbedarf ein und regelt ständig die Verbrennungsleistung. Lange Brennerlaufzeiten sind auch bei grossen Kesselanlagen erwünscht.

### 2.3.2.3 Optimierte Verbrennung

Bei der Umwandlung der Primärenergie in Dampf entstehen zwangsläufig Verluste, die den Wirkungsgrad der eingesetzten Energie immer klei-

ner als 100% werden lassen. Moderne Anlagen steigern den Wirkungsgrad durch Absenken der Abgastemperaturen und durch Rückgewinnung der Kondensationswärme von Wasserdampf und Kohlenwasserstoffen in den Abgasen. Sie nutzen den Brennwert eines Brennstoffes und erreichen so Wirkungsgrade höher 100%, während in alten Anlagen nur der Heizwert (kleiner 100%) genutzt werden kann. Der Wirkungsgrad der Kesselanlage wird so um bis zu 7% erhöht.

**Vorsicht bei der Brennwerttechnik:** Bei der Nachrüstung von alten Geräten ist Vorsicht geboten. Beim Einsatz der Brennwerttechnik werden hohe Anforderungen an die Kaminanlage gestellt. Die Abgase müssen teilweise aktiv abtransportiert werden (Gebläse), da sie nicht mehr warm genug sind um selbst aufzusteigen.

#### **Optimierung der Verbrennung durch O<sub>2</sub>-Regelung**

Bei neuen Grossanlagen empfiehlt sich eine O<sub>2</sub>-Regelung. Die Frischluftzufuhr wird aufgrund des gemessenen Sauerstoffanteils in den Verbrennungsabgasen optimal geregelt. Damit können Einsparungen von etwa 1-3% erzielt werden. Das Nachrüsten scheitert oft an den Kosten und der dadurch zu langen Amortisationszeit.

#### **Anpassung der Aufnahmeleistung an den Leistungsbereich**

Es kann Strom gespart werden, wenn Brennergebläse und Frischluftventilator über einen Frequenzumrichter dem momentanen Lastbereich des Brenners angepasst werden. Für Grossanlagen ist dies vorgeschrieben und bei Neuanlagen sind angepasste Brennergebläse Standard.

### **2.3.2.4 Speisewassermanagement und Verbesserung des ECO-Wirkungsgrades**

Top Empfehlungen:

Ziele:

- Kondensat optimal nutzen
- Kein Brügendampf – keine Dampf-Fahne als «Wahrzeichen» einer Wäscherei
- Rauchgas optimal ausnützen – Wärme zurückgewinnen

Faustregel:

- 20°C Abgaskühlung ergeben einen um 1% reduzierten Brennstoffverbrauch

## Dampf-Kondensat-Speisewasser – ein wichtiger Kreislauf

Ein Teil des Dampfes fliesst als Kondensat zurück zum Dampfkessel. Vor dem erneuten Gebrauch im Dampfkessel wird das Kondensat im Speisewassergefäss gesammelt. Ein anderer Teil wird in Textilreinigungen und Wäschereien jedoch so verbraucht, dass kein Kondensat anfällt. So z.B. durch die direkte Wasseraufheizung in Waschmaschinen durch Dampfinjektion, bei Dampfstössen an Hemdenfinishern oder beim Sprühdampfeinsatz im Tunnelfinisher. Dadurch ist die zurückfliessende Kondensatmenge kleiner als der Wasserbedarf im Dampfkessel, wodurch im Speisewassergefäss Wasser nachgefüllt werden muss. Dazu wird enthärtetes Frischwasser verwendet – für grosse Dampfkessel (höhere Anforderungen an Wasserqualität wegen grösseren Kontaktflächen und viel mehr Wasserinhalt) wird häufig Wasser verwendet, das auf einer Osmoseanlage aufbereitet wurde.

Zusätzlich muss das Wasser noch entgast werden, um Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid auszutreiben. Dies kann chemisch oder thermisch erfolgen. Die chemische Entgasung erfolgt über die Zugabe von Spezialchemikalien in das zur Ergänzung nachgespiesene Speisewasser. Die thermische Entgasung erfolgt durch Aufheizung des gesamten Speisewasservorrats auf 103°C. Die Entgasung verlangt eine Abluftleitung, welche mittels Blende auf das kleinstmögliche Mass einzuschränken ist, damit möglichst wenig Wärme als Brüden dampf verloren geht.

**Tipp:** In kleineren Wäschereien wird das Kondensat vor dem Rücklauf ins Speisewassergefäss häufig durch einen Tank geführt, um Frischwasser aufzuheizen. Besser wäre es, das Kondensat ohne Abkühlung zurückzuführen und das Warm-/Heisswasser mit anderen Abwärmquellen zu produzieren, siehe dazu Kapitel [2.3.7](#) respektive [2.3.7.4](#). Die Gefahr von Brüden dampf sollte mit anderen Massnahmen bekämpft werden: Kontrolle der Kondensatableiter (Kapitel [2.3.3.2](#)) und Wärmerückgewinnung (WRG) in der Brüden dampfleitung (nachfolgend erklärt).

Der beschriebene Kreislauf mit der nötigen Ergänzung des Wassers kann energetisch wie folgt optimiert werden:

Top Empfehlungen:

- Speisewassergefäss gut isolieren
- Wärmerückgewinnung in Brüden dampfleitung einbauen
- Notwendiges Aufheizen wenn immer möglich mit Abwärme durchführen

In der Brüdendampfleitung ist eine Wärmerückgewinnung (WRG) möglich. Das nachzuspeisende Wasser wird über horizontale Bleche in der Brüdendampfleitung eingebracht und beim herunter tröpfeln bereits entgast und erwärmt. Zur Aufwärmung des Kesselspeisewassers drängt sich in erster Linie die Nutzung der im Rauchgas enthaltenen Wärme auf.

### Erster Schritt: ECO 1

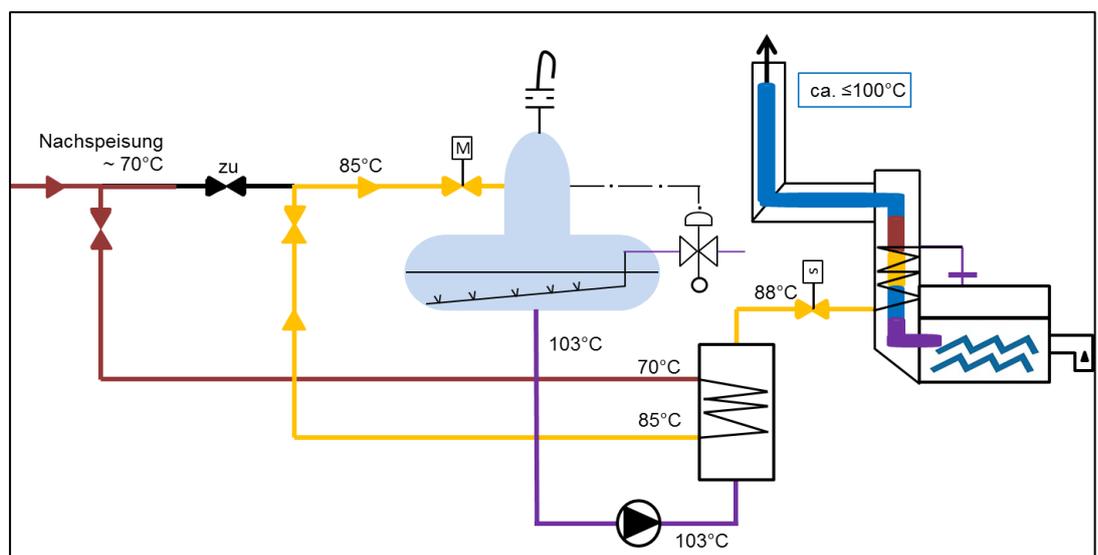
Das Wasser wird auf dem Weg vom Speisewassergefäss zum Kessel durch einen Wärmetauscher geführt und so auf etwa 140°C aufgeheizt. Das Rauchgas ist dann immer noch etwa 150°C heiss. Der Eco 1 ist gesetzliche Vorschrift.

### Zweiter Schritt: ECO 2 oder «kleiner Plattentaucher»

Der ECO 2 (zweiter Wärmetauscher) nutzt das Rauchgas nach dem ECO 1 und kühlt es bis auf etwa 100°C ab. Es wird Wasser vorgewärmt, das danach als Speisewasser, Waschwasser oder für andere Heizzwecke verwendet werden kann. **Vorsicht:** Der Einbau des ECO 2 kann recht kompliziert und teuer sein (z.B. wegen Platzverhältnissen im Kesselhaus).

**Tip:** Mit einem einfacheren und günstigeren Plattenwärmetauscher kann praktisch die gleiche Leistung erzielt werden wie mit einem ECO 2. Der Kesselwirkungsgrad kann um ca. 1.5–2% verbessert werden.

Vor allem bei Betrieben, bei denen ein grosser Teil des Dampfes direkt verbraucht wird – und dadurch viel Kondensat fehlt – drängt sich folgende Lösung auf:



Grafik: Daniel Schneiter, Lier Energietechnik AG.

Das Speisewasser (welches nach der Entgasung ca. 103°C heiss ist) wird auf seinem Weg zum Dampfkessel über einen kleinen Plattenwärmetauscher geführt und dort auf etwa 80°C abgekühlt. Durch diese Abkühlung ergibt sich im ECO 1 eine Verbesserung der Wärmeübertragung, der ECO 1 wird wirkungsvoller und das Rauchgas wird dadurch fast bis auf 100°C abgekühlt. Damit kann eine vergleichbare Rückgewinnung erzielt werden, wie sie mit einem ECO 2 möglich wäre. Zudem ist der gewählte kleine Plattentauscher billiger und auch die notwendigen Leitungen sind einfacher zu realisieren.

Aufgewärmt wird das Frischwasser, welches im Speisewassergefäss das fehlende Kondensat ersetzt. Es erreicht eine Temperatur von ungefähr 40°C.

Das Nachspeisewasser für das Speisewassergefäss kann aber auch mit anderen Quellen vorgewärmt werden. In Frage kommt die Abwärme der Druckluftherzeugung oder der Mangelstrassen. Entscheidend bei der Wahl sind unter anderem auch die Platzverhältnisse und die Entfernungen der Komponenten untereinander.

### 2.3.2.5 Weitere wichtige Massnahmen

Top Empfehlungen:

- Dampfkessel inkl. Armaturen komplett isolieren
- Richtige Dampfkesselgrösse bestimmen
- Auswechslung Brenner oder Kessel prüfen

Eine komplette Isolierung des Dampfkessels inkl. aller Armaturen lohnt sich immer. Nachrüstung ist wegen der Platzverhältnisse oft schwierig.



*Isolierung des Dampfkessels: links = schlechtes Beispiel; rechts = gutes Beispiel. Fotos: Daniel Ammann.*

#### **Die richtige Grösse des Dampfkessels**

Unabhängig von Bauart und Primärenergieträger ist die richtige Dimensionierung des Kessels von grosser Bedeutung. Ein zu grosser Kessel läuft nicht im optimalen Bereich, die Energieausnutzung ist nicht genügend. Bei betrieblichen Veränderungen ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

**Tipp:** Kauf eines neuen Dampfkessels wenn möglich zurückstellen. Zuerst alle Energiesparmassnahmen verwirklichen und dann die nötige Kesselleistung neu bestimmen und den optimalen Kessel kaufen.

### **Abschlämmen und Absalzen**

Abschlämmen (entfernen des auf den Grund gesunkenen Schlammes) muss nicht allzu häufig vorgenommen werden. Der Energieverlust ist zu gross. Dagegen ist darauf zu achten, dass regelmässig die oben aufschwimmenden Salze entfernt werden.

### **2.3.3 Prozesswärme-Verteilung**

Top Empfehlungen:

- Durchgängige Isolierung aller wärmeabgebenden Oberflächen
- Kondensatableiter und Sicherheitsventile regelmässig prüfen
- Optimale Gestaltung von Dampf- und Kondensatnetz

**Dampf ist wertvoll!** In einem Kilogramm Dampf ist 5-mal so viel Energie enthalten wie in einem Kilogramm Wasser mit 100°C. Jeder Dampfverlust geht sofort ins Geld.

#### **2.3.3.1 Isolation von wärmeleitenden Leitungen und Absperrventilen**

Top Empfehlungen:

- Keine nicht isolierten Teile
- Neue Isolationen in «richtiger» Stärke ausführen

Um bei Leitungen, die heisse Medien transportieren, unnötige Wärmeverluste zu vermeiden, sollten diese stets isoliert werden. Dies betrifft sowohl das Dampfleitungsnetz als auch das Kondensatnetz. Auch Armaturen sollten immer isoliert werden. Eine stärkere Isolierung verursacht nicht wesentlich höhere Kosten und lohnt sich deshalb. Die Isolationsstärke ist von der Höhe der Mediumtemperatur und vom Rohrdurchmesser abhängig. Der Gesetzgeber gibt die Isolationsstärken bis zu einer Temperatur von 60°C vor und schreibt, dass bei höheren Temperaturen angemessen mehr isoliert werden soll.

Als Regel können folgende Dämmstärken bei Dampf- und Kondensatleitungen genommen werden:

- Durchmesser kleiner als 3/4" Dämmstärke 40 mm
- Durchmesser kleiner als 5/4" Dämmstärke 50 mm
- Durchmesser kleiner DN 40 Dämmstärke 60 mm
- Durchmesser kleiner DN 80 Dämmstärke 80 mm
- Durchmesser kleiner DN 125 Dämmstärke 100 mm
- Durchmesser kleiner DN 250 Dämmstärke 120 mm

**Fazit:** Der Einsatz einer Isolierung zahlt sich in jedem Fall aus. Willkommene Nebenwirkung: Das Raumklima verbessert sich und das Risiko von Betriebsunfällen sinkt.

**Tip:** Auch das Streichen mit der richtigen Silberbronze kann die Abstrahlung wesentlich reduzieren (im Test gut abgeschnitten hat JANSEN Universal Thermo Silber von swiss Lack).<sup>7</sup>

Ältere Isolierungen können ersetzt werden. Dies drängt sich vor allem bei Veränderungen (Einbau neuer Anschlüsse) auf. Die neuen Leitungen usw. können dann sofort in der «richtigen» Isolationsstärke ausgeführt werden. Zug um Zug wird so die gesamte Installation auf die neue Dimension gebracht.

Achtung: Leider ist die Verstärkung der Isolation bei bestehenden Leitungen durch den Leitungsabstand begrenzt. Auch Absperrventile wurden früher näher beisammen montiert. Manchmal helfen bei Absperrbatterien Isolationskästen, die mehrere Ventile gleichzeitig isolieren.

Ein genereller Ersatz einer bestehenden Isolation durch eine stärkere ist wegen der hohen Kosten nicht in vernünftiger Zeit amortisierbar.

### Leckagen

Es sollte stets auf Leckagen am Leitungsnetz geachtet werden. Diese sollten auch aus Sicherheitsgründen sofort beseitigt werden.

<sup>7</sup> Dieses Beispiel bezieht sich auf eine Feuertüre am Dampfkessel, welche nicht isoliert werden kann.

### 2.3.3.2 Prüfung der Kondensatableiter/Sicherheitsventile

Aufgabe der Kondensatableiter ist es, Kondensat und Luft aus dem Dampfleitungssystem abzuleiten. Undichte Kondensatableiter haben Dampfverluste zur Folge, die einen erheblichen wirtschaftlichen Verlust darstellen. Neben dem Energieverlust können auch Probleme im Speisewassergefäss auftreten, wenn dort wegen der zu hohen Temperaturen viel Brüddampf entsteht.

#### Jährliche Kosten durch Dampfverluste

Beispielrechnung	
Anzahl der defekten Kondensatableiter	10
Dampfverluste je Kondensatableiter (kg/h)	3 kg/h
Jährliche Betriebsstunden (eine Schicht)	2500 h
Jährliche Dampfverluste (kg)	75'000 kg
Dampfkosten je Tonne Dampf	ca. 80.00 CHF/t <sup>8</sup>
<b>Jährliche Verluste</b>	<b>CHF 6000.00</b>

Blockierende Kondensatableiter haben keine Energie- und Wasserverluste zur Folge, führen jedoch, je nach Grad der Blockade, zu teilweise erheblichen Reduzierungen der Heizleistung eines Verbrauchers. Durch Kondensat-Stau verursachte Wasserschläge können ausserdem Schäden im Dampf-Kondensatsystem anrichten. Konsequenz dieser eindrücklichen Zahlen und Fakten:



Erfahrungsgemäss ist in Anlagen ohne regelmässige Prüfung/Wartung mit einer Ausfallrate in der Grössenordnung von 15–25% zu rechnen. Durch regelmässige Prüfungen (mindestens einmal jährlich) und entsprechende Wartungen lässt sich diese Ausfallrate deutlich auf ca. 5% verringern. Prüfen lassen sich in Betrieb befindliche Kondensatableiter mittels Schaugläsern, durch Niveaumessung und mittels Schallmessung.

<sup>8</sup> gerechnet mit einem Ölpreis von CHF 100/100kg.

**Tipp:** Anbieter von Kondensatableitern oder Installateure bieten eine professionelle Überprüfung an. Mit etwas Verhandlungsgeschick ist diese kostenlos erhältlich.

Niveaumessung basiert auf der Leitfähigkeit des Kondensats. Durch eine dem Kondensatableiter vorgeschaltete Prüfkammer mit integrierter Niveausonde kann ein undichter Kondensatableiter erkannt werden. Ein Ausgangssignal wird auf der Prüfstation (Fernüberwachung) angezeigt<sup>9</sup>.

Schallmessung beruht auf der Erfassung des Körperschalls, der von in Betrieb befindlichen Kondensatableitern von ihrer Gehäuseoberfläche abgestrahlt wird. Je nach verwendetem Prüfsystem wird der erfasste Schall auf einem Anzeigegerät in Form eines Zeigerausschlages auf einer Skala oder graphisch in Form einer Kurve dargestellt.

Mit etwas Erfahrung, kann die Prüfung selber vorgenommen werden, ein Schraubenzieher dient zur Übertragung der Geräusche. Man hört, ob der Ableiter arbeitet oder immer offen bleibt. Die Methode hat leider eine ziemlich hohe Fehlerquote.

Wir empfehlen die Auswechslung von Kondensatableitern beim kleinsten Verdacht auf Funktionsstörung. In diesem Zusammenhang sind auch sämtliche Druckreduzierventile sowie die dazu gehörenden Sicherheitsventile auf Dichtheit zu prüfen. Lieferanten von Dampfventilen bieten diese Kontrolle als Dienstleistung an.

---

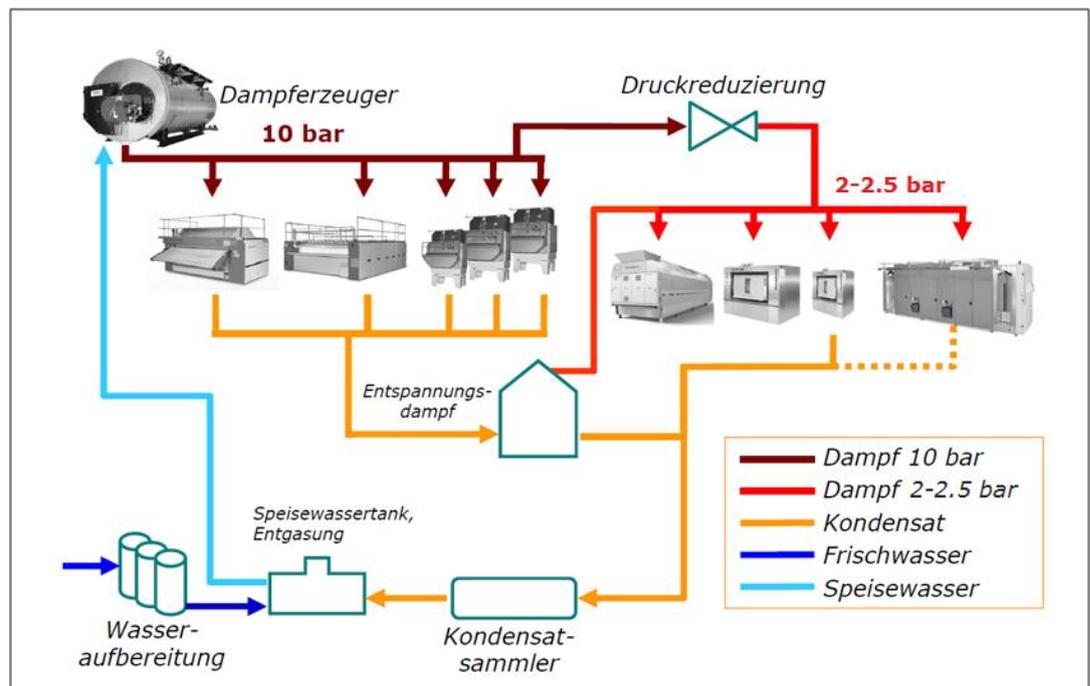
<sup>9</sup> Quelle: [www.gestra.de](http://www.gestra.de) besucht am 14.2.2013.

### 2.3.3.3 Optimale Gestaltung des Dampfnetzes

Top Empfehlungen:

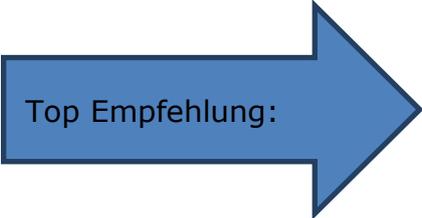
- Nachdampfnutzung
- Kondensat und Brühdampf nutzen (vgl. Kapitel [2.3.2.4](#))

Die Dampfverteilung wird in ein Hochdruck-System (z.B. 10 bar Dampfdruck) und ein Niederdruck-System (z.B. 4 bar) aufgeteilt. Die Nachverdampfung des entspannten Kondensats aus dem Hochdruck-System wird wiederum im Niederdruck-System eingesetzt.



Dampfinstallation «state of the art». Grafik: H.-J. Sumi, Hotel Zentralwäscherei Gstaad.

**Keine unnötigen, warmen Oberflächen:** Um unnötigen Wärmeverlust zu vermeiden, sollten stillgelegte Leitungsabschnitte entfernt oder zumindest von den noch aktiven Leitungen mechanisch entkoppelt werden.



Top Empfehlung:

- Netz aufteilen und einzelne Teile abschaltbar machen

Gerade in kleineren und mittleren Betrieben arbeiten nicht immer alle Abteilungen gleichzeitig. Es drängt sich deshalb eine gute Aufteilung des Dampfnetzes, mit Möglichkeiten zur Abschaltung ganzer Teile auf.

Beispiele:

- Die Wäscherei arbeitet täglich eine bis zwei Stunden weniger lang als die Finishabteilung und Spedition.
- Die Pressenabteilung arbeitet nur vormittags.
- Gereinigt und gewaschen wird morgens – am Nachmittag wird nur noch gebügelt.

Es sollte ein besonderes Augenmerk auf die sinnvolle Platzierung von Absperrarmaturen gelegt werden (das Abschalten geht dann weniger vergessen).

**Tipp:** Auch Druckluft und Strom für nicht aktive Betriebsteile zentral abschalten!

### 2.3.4 Wasseraufbereitung



Top Empfehlungen:

- Wasserenthärtungsanlagen haben ausser bei der Regeneration keinen grossen Ressourcenverbrauch
- Entscheidend ist deshalb der richtige Zeitpunkt für die Regeneration
- Regelmässig prüfen, ob die eingestellten Werte noch richtig sind – bei veränderter Wasserhärte Volumensteuerung anpassen
- Letztere kann automatisiert werden!

Ionentauscher sind immer noch die wirtschaftlichste Art der Wasseraufbereitung. Das gesättigte Harz muss regeneriert werden. Die Regeneration wird nach Volumen gesteuert. Nach Durchfluss einer bestimmten

Menge Wasser (meistens angegeben in m<sup>3</sup>) wird diese ausgelöst. Die massgebende Menge wird berechnet aus der Härte des Rohwassers und der Leistungskraft des Austauschers. Diese Werte können sich verändern. Es sollte deshalb regelmässig geprüft werden, ob die Enthärtung auch kurz vor Auslösung der Regeneration noch einwandfrei ist, oder ob allenfalls eine grössere Wassermenge programmiert werden kann.

Die Volumensteuerung der Enthärtungsanlage kann automatisiert werden, indem die Qualität des Wassers am Ausgang der Enthärtungsanlage geprüft wird. Bei Erreichen des eingestellten Grenzwerts wird eine Regeneration ausgelöst. Es ist mit Kosten von etwa CHF 5000.- zu rechnen – diese Investition wird sich nur bei besonders schwierigen Bedingungen rechtfertigen.

Mehr Informationen zu Aufbau und Funktion einer Wasserenthärtungsanlage finden sich im internen Bereich von [www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch).

### **2.3.5 Druckluft**

Druckluft ist eine kostenintensive und damit äusserst wertvolle Energieform. Einige Fakten<sup>10</sup> dazu:

- Die Investitionskosten betragen nur 10 bis 15% der Gesamtkosten einer Druckluftanlage.
- Die Energiekosten übersteigen bereits nach zwei Jahren die Anlage-Investitionen.

Bei der Druckluft gibt es grosse Einsparpotentiale, und zwar sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Verteilung.

Top Empfehlung:

- Jedes Leck kostet Geld, deshalb regelmässig kontrollieren und Verluste vermeiden

<sup>10</sup> Quelle: EnergieSchweiz, effiziente Druckluft; [www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch).

### 2.3.5.1 Druckluftherzeugung

Top Empfehlungen:

- Bedarfsanalyse lohnt sich
- Druckbereich optimieren
- Grundlast oder Spitzenlast?
- optimalen Kompressor oder Kombination finden
- Abwärme nutzen

Kompressoren gelten als grosse und ineffiziente Energieverbraucher, weil viel Wärme produziert und der Wirkungsgrad als sehr schlecht beurteilt wird. Mit optimaler Ausstattung und Steuerung können diese Vorurteile zum Teil widerlegt werden. Wenn dann auch noch die Abwärme sinnvoll genutzt werden kann, sieht die Energiebilanz schon wesentlich besser aus.

**Behauptung:** In den meisten Fällen ist der vorhandene Kompressor zu gross.

Es lohnt sich, über eine längere Zeitdauer eine Messung des Druckluftbedarfs machen zu lassen. Die meisten Lieferanten bieten solche Dienstleistungen im Rahmen eines Beschaffungsverfahrens kostenlos an. Nur so kann wirklich festgestellt werden, wie viel Druckluft durchschnittlich und bei Spitzenbedarf gebraucht wird.

Kolbenkompressoren kommen nur bei punktuellm Bedarf in Frage. Bei kontinuierlichem Druckluftbedarf sind Schraubenkompressoren die richtige Wahl.

Top Empfehlung:

- Drucksteuerung richtig einstellen

Zwischen dem Kompressor und den einzelnen Verbrauchern muss ein Druckverlust von ca. 1 bar eingerechnet werden. Der Einschaltdruck sollte deshalb 1 bar höher sein als der höchste an einer Maschine erforderliche Druck. In den meisten Wäschereien ist ein Netzdruck von 6.5 bis 7.5 bar eingestellt.

Je höher die Druckobergrenze liegt, desto weniger effizient ist die Produktion und desto grösser sind die Verluste im Netz. Es lohnt sich des-

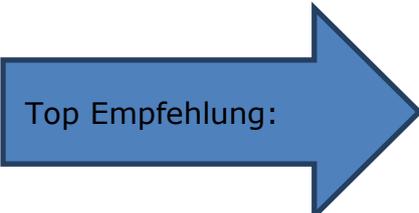
halb, eine mögliche Absenkung des Ausschaltpunktes zu prüfen. Höher als 10 bar sollte der Ausschaltdruck auf keinen Fall sein. Wenn ein Netzdruck von 10 bar notwendig ist, damit am Verbraucher noch 6 bar vorhanden sind, so deutet das auf ein zu klein dimensioniertes Leitungsnetz oder auf einen zu kleinen Druckluftspeicher hin.



Top Empfehlung:

- Effizienten Kompressor fordern

Ein effizienter Kompressor ist in der Anschaffung etwas teurer, verursacht jedoch geringere Betriebskosten, was sich schon nach wenigen Jahren auszahlt. Verlangen sie in jeder Offerte die spezifische Leistung beim gewünschten Betriebsdruck als Vergleichszahl.<sup>11</sup>

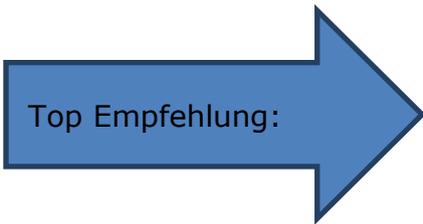


Top Empfehlung:

- FU-Systeme sind nicht immer die beste Lösung

Der Wirkungsgrad ist nicht über den gesamten Regelbereich konstant. Optimal laufen durch Frequenzumrichter drehzahlgezielte Kompressoren im Bereich von 50%. Für grossen Druckluftbedarf drängt sich eine Verteilung auf zwei oder mehr Kompressoren mit einer übergeordneten Steuerung auf. Die Grundlast wird am effizientesten durch einen im optimalen Bereich laufenden, unregelmässigen grösseren Kompressor abgedeckt. Für die Spitzenlast wird dann ein geregelter kleinerer Kompressor zugeschaltet. Für kleinen Druckluftbedarf ist ein geregelter Kompressor, der möglichst oft im oben beschriebenen optimalen Bereich läuft, am effizientesten.

<sup>11</sup> Quelle: EnergieSchweiz, effiziente Druckluft; Planer Check S. 9.



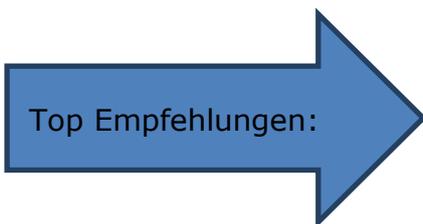
Top Empfehlung:

Abwärme nutzen:

- «Ein 18.5-kW-Kompressor liefert so viel Wärmeenergie, dass man damit mühelos ein Einfamilienhaus heizen kann.»<sup>12</sup>

Die warme Luft kann direkt in Räume geleitet werden, welche beheizt werden müssen. Bei luft- oder wassergekühlten Schraubenkompressoren kann ein Wärmetauscher in den Flüssigkeitskreislauf eingebaut werden. Das aufgeheizte Warmwasser kann zu Heizzwecken oder in der Produktion verwendet werden. Aufgrund der oftmals räumlichen Nähe, drängt sich eine Aufheizung des Wassers auf, welches in das Speisewassergefäss des Dampfkessels nachgespiessen wird.

### 2.3.5.2 Druckluftverteilung



Top Empfehlungen:

- Leckagen verringern resp. vermeiden
- Netz nachts abriegeln
- Netz aufteilen und konsequent Teile abschalten
- evtl. altes Netz komplett ersetzen

#### Leckagen

Leckagen in Druckluftnetzen sind praktisch unvermeidbar. Die meisten finden sich bei den Anschlüssen der Geräte oder in den Geräten selber (z.B. bei den Zylindern in Hemdenfinishern).

**Tipp:** Ein Betriebsrundgang bei eingeschalteten Maschinen vor der Arbeitsaufnahme oder nach Feierabend gibt gut hörbare Hinweise auf Lecks.

<sup>12</sup> Kaeser Kompressoren GmbH: Drucklufttechnik: Grundlagen, Tipps und Anregungen, S. 18.

Weil Lecks auch bei regelmässiger Kontrolle unvermeidbar sind und diese auch nicht immer sofort behoben werden können, drängt sich eine Abschaltung ausserhalb der Betriebszeiten auf.

**Test:** Wie lange hält sich der Luftdruck, wenn die Druckluftherzeugung abgeschaltet wird, aber das ganze Netz offen bleibt? Das Ergebnis gibt wertvolle Hinweise über die gesamten Verluste.

### Netz aufteilen und Teile abschalten



Mindestens in der Nacht sollte der ganze Betrieb mit einem zentralen Ventil abgeschaltet werden. Noch besser ist die sofortige Abriegelung einzelner Betriebsteile, sobald an diesen nicht mehr gearbeitet wird.

*Praxisbeispiel eines zentralen Ventils mit einer sehr einfachen Aufteilung. Foto: WöschChorb, Wallisellen.*

### Netz ersetzen

Der komplette Ersatz eines alten Druckluftnetzes kann sich rechnen. Alte Netze mit Handdichtungen sind praktisch nicht mehr dicht zu bekommen, wenn eine gewisse Zeit lang feuchte Druckluft verwendet wurde. Mit neuster Montagetechnik können Druckluftnetze schnell und einigermaßen kostengünstig ersetzt und gleichzeitig optimal ausgelegt werden.

### Drucklufttrocknung

Grundvoraussetzung für einen langlebigen Einsatz eines Druckluftnetzes ist eine zentrale Drucklufttrocknung, denn feuchte Druckluft verursacht Probleme. Der Energieverbrauch der Drucklufttrocknung wird durch Ersparnisse bei Wartung und Reparaturen mehrfach kompensiert.

## 2.3.6 Elektrische Energie und Motoren

Dem Stromverbrauch ist (auch wegen der steigenden Preise) grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Grösstes Sparpotential:

- Lüftung (vgl. Kapitel [2.2.3](#))
- Beleuchtung (vgl. Kapitel [2.2.4](#))
- Druckluftherzeugung (vgl. Kapitel [2.3.5](#))

Neben der allgemeinen Verbrauchssenkung ist auf die Leistungsspitzen zu achten. Je nach Verrechnung können diese einen erheblichen Teil der Kosten verursachen. Ein Lastprofil, das beim Stromlieferanten angefordert werden kann, gibt Hinweise auf solche Leistungsspitzen.

Top Empfehlungen:

- Nicht in Betrieb stehende Maschinen und Geräte ausschalten – kein Stand-by-Betrieb
- Maschinen gegeneinander verriegeln (es kann z.B. nur jeweils eine Waschschleudermaschine gleichzeitig mit Schleudern beginnen)
- Antrieb: Beim Neukauf auf Motor mit gutem Wirkungsgrad achten und Antrieb über Flachriemen wählen

Es werden Motoren mit dem Label IE3 Premium Effizienz empfohlen:

Alte europäische Wirkungsgradklassen (seit 1998)	International Efficiency (weltweit gültige Wirkungsgradklassen)	Vorgaben lt. EU-Verordnung (EG/640/2009)
	<b>IE 4</b> (gemäss IEC TS 60034-31 Ed. 1)	Für die Zukunft vorgesehene, dann beste Effizienzklasse
	<b>IE 3</b> (Premium Wirkungsgrad)	Vorgeschrieben in EU ab 1.1.2015 (7.5-375 kW Nennleistung)* bzw. 1.1.2017 (0.75-375 kW Nennleistung)*
<b>EFF1</b>	<b>IE 2</b> (Hoher Wirkungsgrad)	Vorgeschrieben in EU Ab 16.6.2011 (0.75-375 kW Nennleistung)
<b>EFF2</b>	<b>IE 1</b> (Standard Wirkungsgrad)	Nicht mehr in Verkehr zu bringen ab 16.6.2011
<b>EFF3</b>	–	Nicht mehr in Verkehr zu bringen ab 16.6.2011

\*oder IE2 mit Drehzahlregelung.

Weitere Angaben dazu: [www.topmotors.ch/kurz\\_und\\_buendig](http://www.topmotors.ch/kurz_und_buendig).

Schwerpunkt richtig setzen: Der Austausch eines Antriebsmotors bringt nur eine geringe Stromersparnis im Vergleich zu vermiedenen Leerlaufzeiten. Gut organisieren und sofort Abschalten spart deutlich mehr.

Mittels Photovoltaik kann Strom selber produziert werden, vgl. dazu Kapitel [2.3.8](#).

### **2.3.7 Rückgewinnungssysteme und Abwärmennutzung – allgemeine Bemerkungen**

In diesem Kapitel werden allgemeine Bemerkungen zur Rückgewinnung gemacht. Wasser, Luft und vor allem Wärme sollen einer mehrfachen Verwendung zugeführt werden. Beispiel: Beim Wasser kann gleich dreifach gespart werden:

- Dank Wiederverwendung muss weniger Frischwasser- und Abwassergebühr bezahlt werden.
- Die zurückgewonnene Wärme muss nicht als Primärenergie zugeführt werden.
- Je nach Gebrauch stellt auch das im Abwasser enthaltene Waschmittel einen willkommenen Zusatznutzen dar.

#### **2.3.7.1 Definitionen und Grundlagen<sup>13</sup>**

##### **Wärmerückgewinnung (WRG)**

Die bei einem Prozess anfallende unvermeidbare Abwärme wird dem gleichen Prozess ohne wesentliche Zeitverschiebung wieder zugeführt. Ideal ist die Übereinstimmung von Quelle und Verbraucher bezüglich Zeit und Menge. Es wird ein höherer Anlagenutzungsgrad erreicht. Beispiele: Trocknerabluft erwärmt Trocknerzuluft, Abwasser erwärmt Frischwasser direkt auf der Waschmaschine/-strasse.

##### **Abwärmennutzung (AWN)**

Die bei einem Prozess anfallende unvermeidbare Abwärme wird bei anderen Prozessen gleichzeitig oder zeitverschoben weiter genutzt. Beispiele: Abluft der Mangel erwärmt Frischwasser, Abwärme des Druckluftkompressors erwärmt Frischluft, Abwasser erwärmt Frischwasser in zentralem Speichertank.

<sup>13</sup> Entnommen aus: Impulsprogramm RAVEL Bundesamt für Konjunkturfragen, Heft 2: Wärmerückgewinnung und Abwärmennutzung, <http://www.energie.ch/phocadownload/355D.pdf> (Best.-Nr. 724.355d).

Besondere Aufmerksamkeit ist der Anpassung von Wärmeangebot und Wärmebedarf zu widmen – oft sind Wärmespeicher notwendig. Die Gesamtenergienutzung wird durch die Verbundbildung verbessert, der Nutzungsgrad der Einzelanlagen bleibt aber unangetastet. Hinsichtlich des Verwendungsorts der Abwärme ist zu unterscheiden zwischen der betriebsinternen Nutzung in einem anderen Prozess (interne AWN) und der Nutzung durch Dritte ausserhalb des Betriebes (externe AWN).

Eine WRG-Lösung ist in den meisten Fällen energieeffizienter und wirtschaftlicher als eine AWN-Lösung, weil die bei einer AWN-Lösung notwendige Vernetzung entfällt und damit auch möglicherweise störende Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Anlageteilen vermieden werden können. Damit wird auch die grösstmögliche Flexibilität beim Austausch von Anlageteilen gewährleistet.

### **Wärmeübertragung<sup>14</sup>**

Nach den Gesetzen der Thermodynamik fliesst Wärme immer vom warmen zum kalten Stoffstrom. Wärmeübertragung lässt sich hinsichtlich der thermischen Vorgänge wie folgt gliedern:

- *direkte Wärmeübertragung*: beruht auf der kombinierten Wärme- und Stoffübertragung. Beispiel: Kühlturm.
- *indirekte Wärmeübertragung*: erfolgt räumlich durch eine wärmedurchlässige Wand. Beispiele: Heizkörper, Wärmetauscher (vgl. Kapitel [2.3.7.2](#))
- *halbindirekte Wärmeübertragung*: nutzt die Eigenschaften eines Wärmespeichers. Dabei werden beide Stoffe zeitversetzt mit dem Wärmespeicher in Kontakt gebracht. Beispiel: Wärmerad in Lüftungsanlagen.

### **Wärmetauscher**

Der Wärmetauscher ist ein Gerät, das thermische Energie (Wärme) von einem Stoffstrom auf einen andern überträgt, ohne dass die Stoffströme dabei vermischt werden.

### **Wirkungsgradverlust**

Bei jeder Wärmeübertragung entsteht technisch bedingt ein Wirkungsgradverlust, weil nicht die gesamte Wärme übertragen werden kann. Der Verlust beträgt im Minimum 10%, in der Praxis häufig deutlich mehr.

---

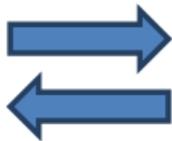
<sup>14</sup> Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Wärmeübertrager (Stand am 19.12.2012).

### 2.3.7.2 Wärmetauschersysteme<sup>15</sup>

Je nach Bauart, beteiligten Stoffen, Funktionsweise und Einsatzart wird zwischen verschiedenen Wärmetauschersystemen unterschieden.

#### 2.3.7.2.1 Bauarten von Wärmetauschern

##### Gegenstromwärmetauscher



Die Stoffströme werden entgegenkommend aneinander vorbeigeführt. Beispiel: Wasser/Wasser – Drallrohrwärmetauscher zur Erwärmung von Frischwasser durch Abwasser. Die Verwirbelung in den Rohren sorgt für eine optimale Wärmeübertragung und reduziert zudem das Risiko einer Verstopfung durch Flusen und Fremdkörper bei Abwasserströmen.

##### Gleichstromwärmetauscher



Die Stoffe werden nebeneinander in gleicher Richtung geführt. Beispiel: Rohr-in-Rohr Luft-Wasser Wärmetauscher für Mangelabluft zur Erwärmung von Frischwasser.

##### Kreuzstromwärmetauscher



Die Stoffe werden so geführt, dass sich ihre Richtungen kreuzen. Beispiel: Luft-Luft Kreuzstromplattenwärmetauscher in Lüftungs-/Abluftanlagen.

#### 2.3.7.2.2 Am Wärmetausch beteiligte Stoffe

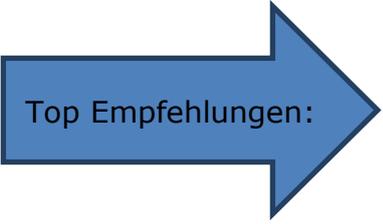
In der Regel sind Wasser und Luft die am Wärmetausch beteiligten Stoffe.<sup>16</sup> Es gibt also:

- Wasser/Wasser-Wärmetauscher (Bsp. Abwasser – Frischwasser)
- Luft/Wasser-Wärmetauscher (Bsp. Mangelabluft – Frischwasser)
- Luft/Luft-Wärmetauscher (Bsp. Abluft – Zuluft bei Tumbler)

<sup>15</sup> Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Wärmeübertrager (Stand am 19.12.2012).

<sup>16</sup> Anstatt Wasser kann das Fluidum auch Glykol, Öl o.ä. sein.

### 2.3.7.2.3 **Kondensierende und nicht kondensierende Wärmetauscher**



Top Empfehlungen:

- Die meiste Energie liegt in der Feuchtigkeit
- Deshalb sollten wenn möglich Kondensationswärmetauscher verwendet werden

Durch die beim Trocknen, Finishen oder Mangeln aus den Textilien verdampften Wassermengen, entstehen in den Fortluftleitungen/Absaugungen z.T. Volumenströme mit sehr hoher Feuchtebelastung. Die grösste zurückzugewinnende Energiemenge aus dieser Abluft ist hierbei in der Kondensation der in der Abluft enthaltenen Feuchte zu sehen.

Beim **kondensierenden Wärmetauscher** wird durch eine Unterschreitung des Taupunktes (Temperatur, bei der die Feuchte in der Abluft auskondensiert) Kondensation auf der Wärmetauscheroberfläche herbeigeführt. Die latente Energie (in der Abluft «verborgene» Energie aus der Kondensation) kann somit auf das aufzuwärmende Medium «übergehen». Die Wärmetauscherflächen werden nass, wodurch die Wärmeübertragung verbessert wird. Wenn das Kondensat die Wärme abgegeben hat, muss es abgeführt werden.

Bei einem **nicht kondensierenden Wärmetauscher** wird die Wärme ausschliesslich durch Abkühlung der Abluft übertragen. Die Austauscherflächen bleiben trocken. Die Übertragung kann auf Luft, Wasser oder einen anderen Stoff erfolgen. Das Rückgewinnungs-Potenzial eines solchen Wärmetauschers ist aus zweierlei Gründen vergleichsweise niedrig:

- Einerseits ist die zurückzugewinnende Energie aus der reinen Abkühlung der Abluft, wie bereits beschrieben, vergleichsweise niedrig;
- andererseits verschlechtert sich die Effizienz des Wärmetauschers aufgrund eines sehr viel niedrigeren Wärmeübertragungswerts durch die trockenen Wärmetauscherflächen auf der Abluftseite erheblich.

### 2.3.7.2.4 Zentrale und dezentrale Systeme

Grundsätzlich kann eine Abwärmenutzung als Einzel- oder Sammelsystem installiert werden. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile.

#### a) Dezentrales System = Einzelsystem

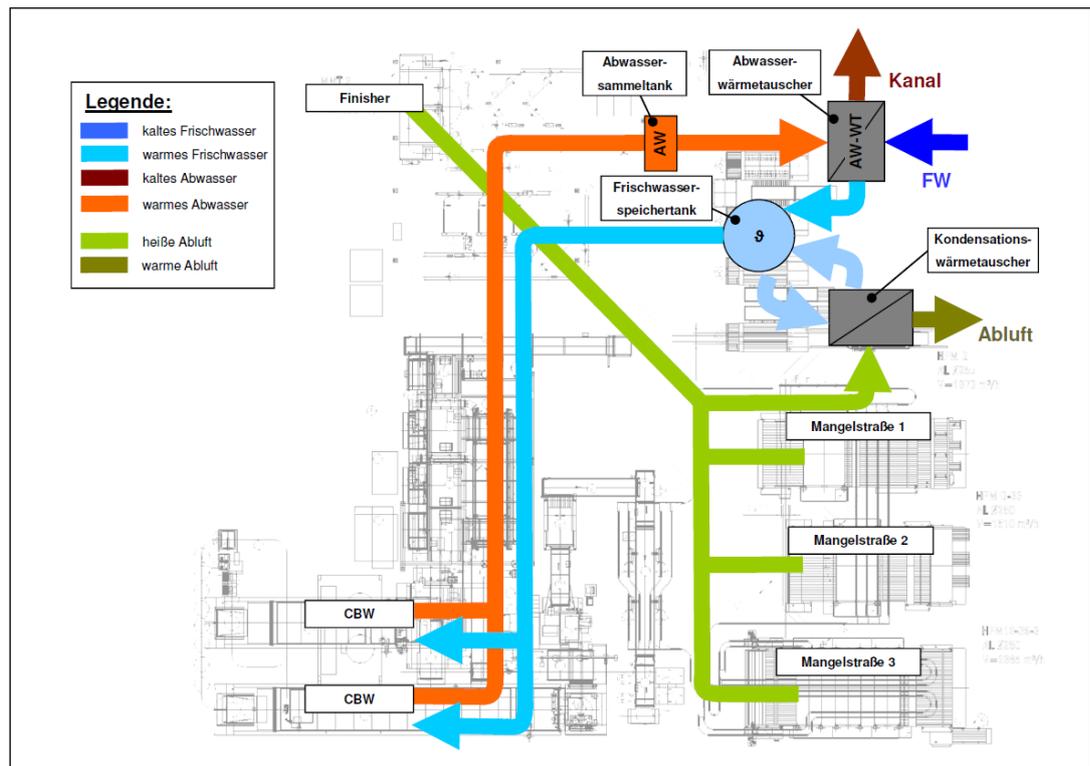
Wärmetauscher können einzeln pro Maschine (z.B. Waschmaschine, Mangel, Tumbler) installiert werden.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Einzelsystem kann unmittelbar bei der Maschine platziert werden.</li> <li>• Es kann in Etappen investiert werden.</li> <li>• Die Beheizung separater Systeme ist möglich (z.B. Kondensationswärmetauscher 1 erwärmt Frischwasser; Kondensationswärmetauscher 2 unterstützt Hallenbeheizung; vgl. Kapitel <a href="#">2.3.7.4</a>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrere Einzelsysteme verursachen mehr Investitionskosten als ein zentraler Wärmetauscher.</li> </ul>

#### b) Zentrales System = Sammelsystem

Beispiele: Ein zentraler Kondensationswärmetauscher wird mit der gebündelten Abluft aus Mangel- und Finishprozessen durchströmt und heizt einen Wassertank auf oder alle Abwässer werden in einem Tank zentral gesammelt und mit einem Wärmerückgewinnungssystem wird die gesamte Energie zurückgewonnen.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Gesamtsystem hat den Vorteil, dass es auf zukünftige Veränderungen des Maschinenparks reagieren kann. Das System ist in der Lage mitzuwachsen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Installation kann je nach baulichen Verhältnissen aufwändig sein.</li> <li>• Jede Änderung bei Prozessen und beim Maschinenpark beeinflusst das ganze System. Die optimale Steuerung des Systems ist anspruchsvoll.</li> <li>• Erfahrungsgemäss ist ein zentraler Wärmetauscher für mehrere Trockner wegen der über die Prozessdauer stark variierenden Abluftmengen schwierig zu steuern.</li> </ul>



Beispiel eines zentralen Wärmerückgewinnungssystems. Grafik: H.J. Sumi, Hotel Zentralwäscherei Gstaad.

### 2.3.7.3 Unbedingt zu beachten bei Planung von WRG und AWN

Die Installation von Wärmetauschern braucht viel Platz. Von komplizierten Platzierungen ist aufgrund der nachstehend aufgeführten Gründe abzusehen. Die Abluftströme sind z.T. durch Flusen, verdampfte Waschmittelmrückstände, Mangelwachs usw. stark verunreinigt. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an Wärmetauscher und deren Unterhalt:

- Abluft/Abwasser und aufzuwärmendes Wasser sind strikt zu trennen;
- Regelmässige Reinigung ist zwingend, für eine manuelle Reinigung ist ein guter Zugang nötig (Umgebung und Bauart des Tauschers);
- Integrierte automatische Reinigung ist erwünscht. Dies kann bei kondensierenden Wärmetauschern eine selbständige Reinigung der gesamten Austauschfläche sein, indem das Kondensat möglichst senkrecht abfließt.
- Das auftretende Kondensat kann aus oben genannten Gründen stark kontaminiert sein. Obwohl noch wertvolle Wärme in diesem Kondensat enthalten ist (50–80°C), wird von einer Verwendung im Waschprozess abgeraten.

Zu beachten sind auch die Druckverluste durch die Wärmetauscher, Leitungen und Kanäle. Bei Nachrüstungen von Wärmetauschern bei Trocknern und Mangelstrassen können zusätzliche Umlenkungen (Bögen in Abluftkanälen) zu unerwünschten Nebenwirkungen führen und die Maschinenleistung reduzieren.

#### **2.3.7.4 Prioritäten und Koordination bei WRG und AWN**

Sinnvollerweise werden alle Massnahmen in ein Gesamtsystem eingebettet. Häufig kann aber aus finanziellen oder strukturellen Gründen nicht alles gleichzeitig in Angriff genommen werden. Dann drängt sich folgende Reihenfolge auf:

1. WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse
2. WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse
3. AWN aus Verbrennungsgasen
4. AWN bei Druckluftherzeugern

##### **2.3.7.4.1 WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse**

Im warmen Abwasser liegt ein sehr grosses Energiepotenzial. Ein beträchtlicher Teil davon kann zurückgewonnen werden. Die Installation und der Betrieb sind meistens problemlos, der ROI ist gut.

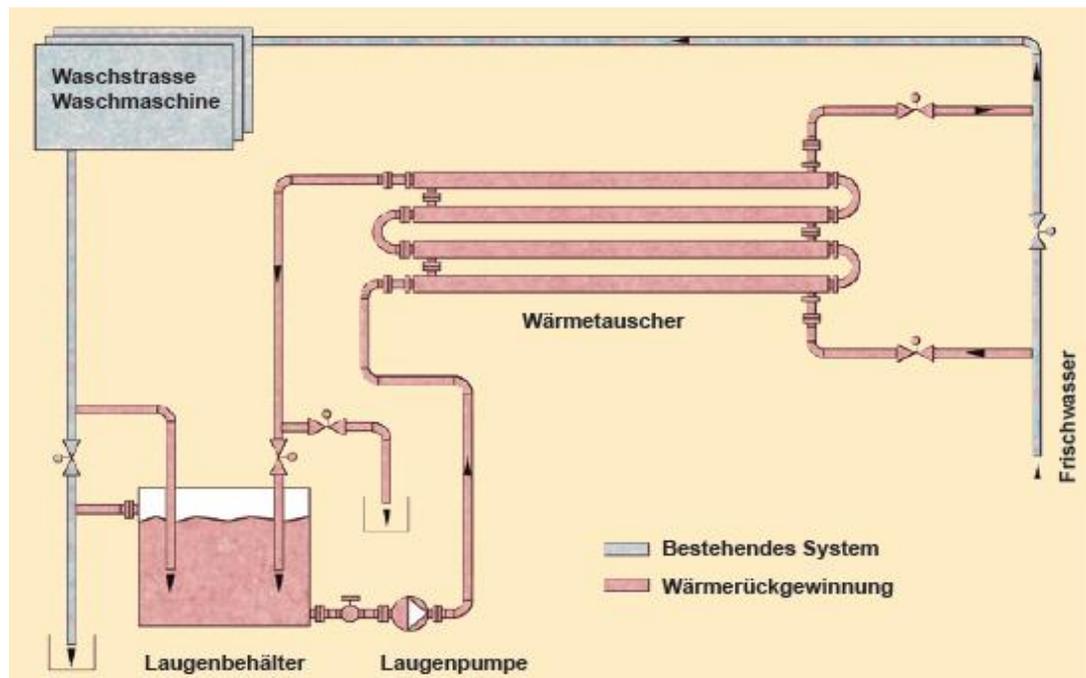
**Ein Zahlenbeispiel:** Eine Wäscherei wäscht 500 kg/h und braucht 8 Liter Wasser pro kg Wäsche, das ergibt 4'000 Liter Abwasser pro Stunde. Unter der Annahme, dass die Abwassertemperatur (Mischtemperatur) ca. 40°C und die Kaltwassertemperatur (Weichwasser) ca. 14°C beträgt, können ca. 20°C zurückgewonnen werden, was einem Energiewert von etwa 93 kWh entspricht<sup>17</sup>. Bei 9 Arbeitsstunden am Tag ergibt das eine tägliche Energieeinsparung von 837 kWh (93 kWh x 9 Arbeitsstunden). Dies wiederum entspricht ca. 80 Liter Öl. Ausgehend von einem Ölpreis von CHF 1.- pro Liter ergibt das Einsparungen von CHF 80.- pro Tag oder CHF 20'000.- im Jahr!

Für jeden Betrieb muss das richtige System ermittelt werden. Aufgrund der Prozessdaten (Abwassermenge/h, Abwassertemperatur, Frischwassertemperatur usw.) kann ein System genau auf den jeweiligen Betrieb ausgelegt werden.

<sup>17</sup> Wärmekapazität von Wasser = 4.1867 MJ/m<sup>3</sup>; 3.6MJ = 1 kWh.

**Wichtig:** Bei diesem Verfahren wird nicht in den Waschprozess eingegriffen. Hier wird nur die Energie aus dem Abwasser zurückgewonnen. Die Chemie wird dabei nicht beeinflusst.

Empfehlenswert ist die Verwendung von Drallrohrwärmetauschern. Es werden keine Filteranlagen benötigt, weil das verschmutzte Abwasser den Drallrohrwärmetauscher nicht verstopfen kann.



Prinzip einer Wärmerückgewinnung aus Abwasser mit Drallrohrwärmetauscher.

#### 2.3.7.4.2 WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse

Die Abluft aus Trocknern und Mangeln enthält viel Feuchtigkeit und damit auch viel Energie – die Installation eines kondensierenden Wärmetauschers drängt sich deshalb auf. Zu beachten sind die in Kapitel [2.3.7.2](#) bereits angesprochenen möglichen Probleme (Reinigung und Unterhalt, Druckabfall, Steuerung bei Sammelsystemen).

**Achtung:** Bei Tunnelfinishern ist Vorsicht geboten. Nach allgemeiner Meinung ist eine sinnvolle Luftführung und Steuerung innerhalb des Tunnelfinishers einer Rückgewinnung der Wärme aus der Fortluft vorzuziehen, es drohen zu viele Probleme beim Betrieb.

#### **2.3.7.4.3 AWN aus Verbrennungsgasen**

Die Energierückgewinnung aus Verbrennungsabgasen stellt eine weitere Möglichkeit der Energieverbrauchsminimierung dar. Hierbei sind zwei Vorteile zu nennen:

1. Eine hohe Abgastemperatur stellt eine grosse treibende Temperaturdifferenz zwischen abzukühlendem Medium und aufzuwärmendem Medium dar. Generell ist mit einer grossen treibenden Temperaturdifferenz eine grosse Wärmeübertragung der beiden Medien möglich.
2. Die durch die Verbrennungsreaktion als Verbrennungsnebenprodukt erzeugte, im Abgas enthaltene Wassermenge kann durch Unterschreitung des Taupunktes auskondensiert und die latente Wärme somit zurückgewonnen werden (Brennwerttechnik).

Die Ergänzung von zentralen Dampf-/Thermoölerzeugern mit einem zweiten kondensierenden Wärmetauscher (Eco 2) zur Wassererwärmung ist wirtschaftlich interessant und sollte auch bei bestehenden Anlagen geprüft werden.

Der Nutzen einer Energierückgewinnung aus dem Abgas direkt gasbeheizter Mangelstrassen muss im konkreten Fall genau geprüft werden. Die Abwärmenutzung aus der Mangelabluft ist wegen des viel grösseren Volumenstroms und Feuchtigkeitsgehalts wirtschaftlich interessanter als die Abgaswärmerückgewinnung.

#### **2.3.7.4.4 AWN bei Druckluftherzeugern**

Druckluftkompressoren erzeugen viel Wärme, der grösste Teil kann und sollte genutzt werden. Dies ist sowohl bei luft- als auch bei wassergekühlten Modellen möglich und sinnvoll.

#### **2.3.7.5 Verwendung der zurückgewonnenen Wärme**

##### *a) Interne Verwendung*

Die betriebsinterne Nutzung der zurückgewonnenen Wärme hat den grossen Vorteil, dass sie ganzjährig möglich ist und direkt die Energiekosten des Betriebs beeinflusst. In den vorangehenden Kapiteln wurde eine Anlage zur Erwärmung des Frischwassers beschrieben. Es können aber auch Wasch- oder Spülwasser vorgewärmt werden. Details dazu finden sich in Kapitel [3.1](#). Die Verwendung für betriebsinterne Prozesse hat aber Grenzen. Deshalb werden weitere Einsatzgebiete für die zur Verfügung stehende Wärme gesucht.

*b) Externe Verwendung und Einsatz von Wärmepumpen*

Die Heizung von Büros, Nebenräumen oder sogar der Verkauf von Wärme zu Heizzwecken an Dritte bilden Verwendungsmöglichkeiten für die zurückgewonnene Wärme. Besonders sinnvoll ist eine Kombination von internen und externen Verwendungsarten.

Das Abwasser weist nach dem ersten Wärmetauscher immer noch eine Temperatur von ca. 18°C auf und hat deshalb einen beträchtlichen Energieinhalt. Mit einem zweiten Wärmetauscher kann das Abwasser weiter heruntergekühlt werden. Dazu wird eine Wärmepumpe eingesetzt. Übliche Wärmepumpensysteme arbeiten mit Wärmequellen (Grundwasser, Erdsonden) im Bereich von nur etwa 4°C. Bei den genannten 18°C ergeben sich sehr gute Leistungszahlen (COP-Werte).

Diese Technik wird noch sehr wenig genutzt. Sie sollte besonders in Situationen in Betracht gezogen werden, in denen man die Wärme zu Heizzwecken einem Nachbargebäude zuführen könnte. Der Verkauf von im Betrieb nicht nutzbarer Abwärme ist ökonomisch sinnvoll.

Welche Vorteile tatsächlich genutzt werden können und welchen Wert die zur Verfügung gestellte Restwärme hat, hängt von den konkreten Voraussetzungen eines Projekts ab:

- Wie viel Abwasser mit welcher Durchschnittstemperatur steht zur Verfügung und in welchem Zeitraum fällt dieses an?
- Wird das von der Wärmepumpe aufgeheizte Wasser für eine Bodenheizung oder eine Radiatorheizung verwendet? Welche Vorlauftemperatur ist notwendig?

Die Leistungsziffer der Wärmepumpe (COP) verändert sich je nach Beantwortung obiger Fragen. Bei guten Verhältnissen kann COP 5, im optimalen Fall sogar fast COP 6 erzielt werden. Im nachstehenden Beispiel wurde mit COP 4 gerechnet (Vorsichtsprinzip).

**Berechnungsbeispiel zur Potentialabschätzung**

Einem Kubikmeter Abwasser mit 18°C wird über eine Wärmepumpe 12°C entzogen. Das Abwasser fließt mit 6°C in die Kanalisation.

Strombedarf für Wärmepumpe:	14 kWh (=Kosten à Fr 0.20)	CHF 2.80
Energieertrag COP 4*:	56 kWh (=Ertrag à Fr 0.12**) <u>CHF 6.70</u>	
<b>Bruttoertrag (AWN aus 1 m<sup>3</sup> Abwasser)</b>		<b>CHF 3.90</b>

\* COP = Leistungsziffer der Wärmepumpe

\*\* reiner Nutzenergiepreis basierend auf Heizölpreis von ca. CHF 1.00/l + Wirkungsgrad Kessel

Vom Bruttoertrag zu decken sind Verzinsung/Amortisation und Unterhalt der Wärmepumpe. Die Grösse und Ausführung der Wärmepumpe hängt unter anderem von der zu überwindenden Temperaturdifferenz und der Wasserqualität ab. Es ist deshalb nicht möglich, hier eine Renditeberechnung vorzulegen.

Mit den gleichen Annahmen wie in Kap. [2.3.7.4.1](#) (500 kg Wäsche pro Stunde; 9 Arbeitsstunden pro Tag; Wasserverbrauch 8 l/kg), d.h. mit einer Abwassermenge von 36 m<sup>3</sup> pro Tag, ergibt sich mit den obenstehenden Beispielzahlen ein Bruttoertrag von CHF 35'100.– pro Jahr. Die Prüfung eines Projekts lohnt sich also auf jeden Fall.

### **2.3.8 Erneuerbare Energien**

Als erneuerbare Energie bezeichnet man Energieträger, die entweder in menschlichen Massstäben als unerschöpflich gelten (Wind, Wasserkraft, Sonne und Erdwärme) oder schnell nachwachsen (Bio-Energie wie Holz und Biogas aus Abfällen). Dies im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen (Öl, Gas, Kohle), die sehr langsam entstehen und deshalb als endlich zu bezeichnen sind. Welche dieser erneuerbaren Energieträger können in Textilpflegebetrieben sinnvoll genutzt werden?

#### **A) Holz und Biogas**

Holz, Pellets und Biogas können als Brennstoff für Dampfkessel genutzt werden. So wird das in der Textilpflegebranche benötigte erhöhte Temperaturniveau erreicht. Details sind in Kapitel [2.3.1](#) beschrieben.

#### **B) Sonnenenergie**

Sonnenenergie wird über solarthermische Anlagen oder Photovoltaik genutzt. Solarthermie dient der Wärmeerzeugung, über Photovoltaik wird Strom produziert.

##### *aa) Thermische Sonnenenergie*

Diese ist in Textilpflegebetrieben meistens nicht wirtschaftlich einsetzbar, da dieser Energieträger vor allem bei tiefen Vorlauftemperaturen effizient genutzt werden kann. In Textilpflegebetrieben ist im niedrigen Temperaturbereich jedoch eher ein Energieüberschuss vorhanden.

##### *bb) Photovoltaik*

Mit der Photovoltaik kann ein Teil des Strombedarfs selber produziert werden. Die Gestehungskosten sinken dank nach unten tendierenden Anlagekosten. Die Wirtschaftlichkeit ist von Fall zu Fall abzuklären, sie hängt auch von politischen Entscheidungen ab.

**Beispiel aus der Praxis:** Eine Photovoltaik-Anlage mit einer theoretischen Leistung von 30'000 kWh pro Jahr wurde auf dem Dach der Wäscherei Regio AG in Aesch BL installiert. Die Kosten betragen ca. CHF 100'000.-. Im Rahmen der damals gültigen Aktion offerierte der Kanton Basel-Land eine für 25 Jahre garantierte Einspeisevergütung von 42 Rp./kWh.

Auch unter Berücksichtigung einer wegen mangelnder Sonneneinstrahlung resp. kürzerer Sonnenscheindauer geringeren Leistung und der anfallenden Kosten für die Versicherung der Anlage gegen Blitzschlag usw., lässt sich eine attraktive Rendite extrapolieren.



Eine kleine Unsicherheit bildet lediglich die Lebensdauer der verwendeten Solarzellen und anderen Komponenten.

Photovoltaik-Anlage auf der Wäscherei Regio AG, Aesch.  
Foto: Kilian Blum.

## 2.4 WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE)

Hinweise zu konkreten Wartungsarbeiten an einzelnen Geräten und Maschinen finden sich in den Kapiteln [3](#) und [4](#). Nachfolgend sind allgemeine Bemerkungen zu Wartung und Unterhalt aufgeführt.

Top Empfehlungen:

- Mangelnder Unterhalt und ungenügende Wartung können zu verschlechterter Leistung und damit zu erhöhtem Energieverbrauch führen
- Gute Wartung = hohe Verfügbarkeit = weniger Zusatzaufwand und damit auch weniger Energieverbrauch
- Wartungsarbeiten sollten immer dokumentiert werden<sup>18</sup>

In Wäschereien stellt Staub (grösstenteils Baumwollflusen) ein grosses Problem dar. Damit verbunden ist eine erhöhte Brandgefahr! Mangelnde Wartung verkürzt auch die Lebensdauer der Anlagen und verbraucht Ressourcen wegen vorzeitiger Ersatzbeschaffung.

### Auswirkungen auf den Energieverbrauch:

- Staub kann die **Lüftungsklappen** der Motoren verstopfen, was in der Regel zu einer verkürzten Lebensdauer aufgrund von Überhitzung führt.
- Im **Mangelbereich** werden Absaugeinheiten verstopft (Mangeleingabe). Des Weiteren werden Maschinen-Sensoren verschmutzt, was zu Qualitätsproblemen und damit zu mehr Nachwäsche führt.
- Im **Trocknerbereich** verstopfen die Siebe der Trockner, was zu Leistungsverlust führt.
- Im **Waschbereich** verstopfen die Siebe der verschiedenen Tanks, was zu Störungen im Wasserhaushalt der Maschine führt. Resultat: Erhöhter Wasserverbrauch sowie letztendlich schlechtes Waschergebnis.

<sup>18</sup> Beispiele für Wartungsdokumentationen finden sich im Anhang unter [6.3](#).

Manche dieser Probleme können durch automatische Geräte oder verbesserte technische Lösungen gelindert werden (verbesserte Raumlüftungsgeräte, automatische Siebreinigung bei Trocknern oder in Tanks sowie automatische Absaugvorrichtungen bei Mangleingabetischen).

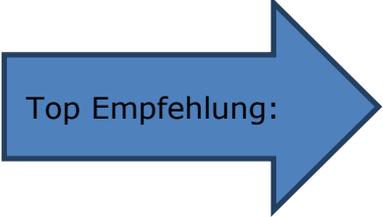
**Tipp:** Einsatz eines Reinigungsventilators prüfen. Dieser bläst zeitgesteuert in der Nacht Flusen von Leitungen und Maschinen. Durch optimale Anbringung und Drehung des Ventilators kann mit einem oder mehreren Geräten der ganze Betrieb regelmässig gereinigt werden.



Reinigungsventilator. Bildquelle: <http://www.hebetec.de/jetstream-aire>.

Wartung und Unterhalt muss organisiert und dokumentiert werden. Sinnvollerweise kombiniert man diese Protokolle mit einer Maschinenhistorie. Konkrete Hinweise dazu findet man im Anhang unter [6.3.5](#).

## 2.5 WARENFLUSS UND ADMINISTRATION



Top Empfehlung:

- Ressourcenoptimierung durch gute Organisation und das Vermeiden von Fehlern

Eine gute Planung und Organisation spart Ressourcen. Falsche Lieferungen, Reklamationen und Suchaktionen kosten Zeit und Nerven. Zusätzliche Fahrten oder Mehraufwand durch Entsorgen von nicht mehr brauchbarem Material stellen eine Ressourcenverschleuderung dar.

Integrierte Planung (Logistikplanung) bedeutet Organisation, Steuerung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und Warenflusses mit den damit verbundenen Informationsflüssen. Unterschieden werden der interne Warenfluss (Wäschefluss im Betrieb nach Anlieferung bis Auslieferung) und der externe Warenfluss (Weg des Textils vom Kunden zum Betrieb und vom Betrieb zum Kunden).

Ziele:

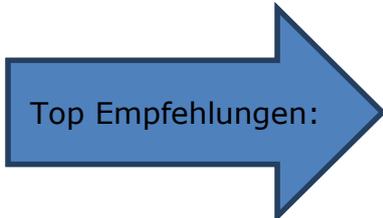
- Sicherstellung eines kontinuierlichen Produktionsprozesses.
- Vermeiden von Falschliefungen, Suchaktionen, Schadenersatz, Nacharbeit, Ersatzleistungen und Sonderfahrten.

Mittel:

- Genaue Erfassung, sichere Identifikation und Zuordnung der Waren.
- Klarer und umfassender Informationsfluss.
- Zweckmässiger Transport zwischen den einzelnen Abteilungen und zu Externen.

### 2.5.1 Betriebsinterner Warenfluss

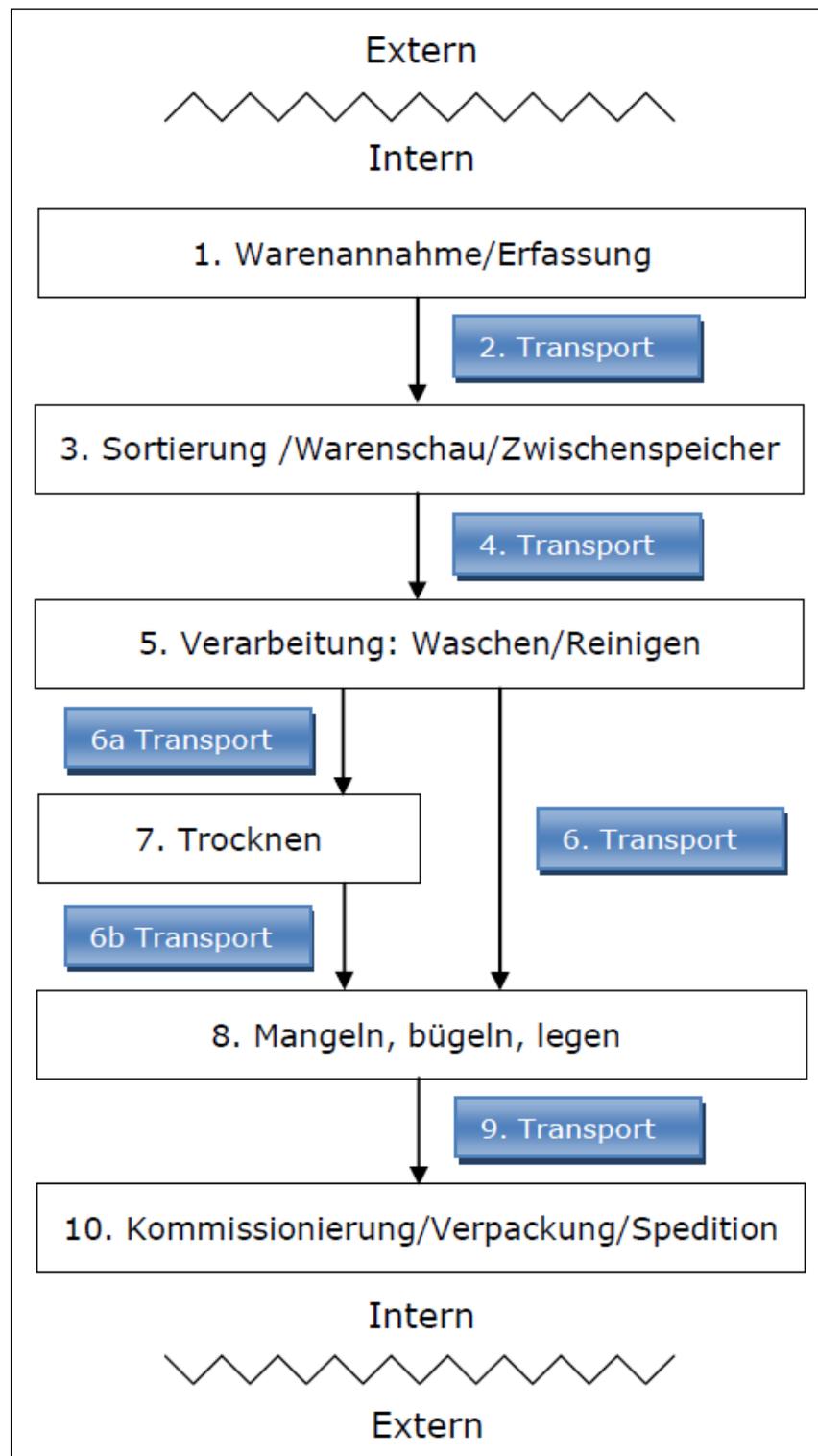
Der Ressourcenverbrauch für den betriebsinternen Warenfluss ist nicht allzu gross. Trotzdem gilt:



Top Empfehlungen:

- Verwendete Geräte und Anlagen optimal planen und betreiben
- Maschinen und Geräte sofort nach Gebrauch ausschalten
- Motoren und Getriebe überprüfen und allenfalls auswechseln

**Schematische Darstellung des Warenflusses:**



## Energieverbrauch im internen Warenfluss (Nummerierung gemäss vorangehendem Schema)

### 1. Warenannahme/Erfassung

Top Empfehlungen:

- Waagen und Zählrahmen ausschalten
- Patchmaschinen und Markierungssysteme nach jedem Gebrauch ausschalten
- Computer über Nacht ausschalten

Patchmaschinen zum Anbringen von Etiketten und Labels brauchen im Stand-by-Modus viel Strom. Da die Aufheizzeiten gering sind, können solche Geräte jedes Mal nach Gebrauch ausgeschaltet werden.

### 4. Transport: Manuell oder automatisiert

Der Transport kann durch Förderanlagen für Säcke oder hängende Artikel, Saug-Zug-Beladung oder Rollbehälter etc. erfolgen.

- Saug-Zug-Beladungen haben einen hohen Energiebedarf
- Frequenzgesteuerte Gleichstrommotoren sind Stand der Technik für Transportanlagen. Diese sind wählbar als Trommelmotor oder im Direktantrieb. Die Motorenleistung wird der benötigten Last automatisch angepasst. Ein Nachrüsten ist nur mit hohem finanziellem Aufwand möglich.

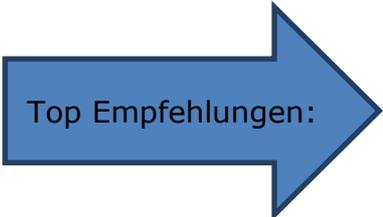
### 8. Finishen

Betreffend Warenfluss im Finishbereich (mangeln, bügeln, legen, falten, stapeln etc.) siehe Kapitel [3.4](#) – [3.5](#) / [4.6](#).

### 10. Kommissionierung, Verpackung

Siehe dazu Kapitel [2.6.3](#).

## 2.5.2 Externer Warenfluss/Vertrieb



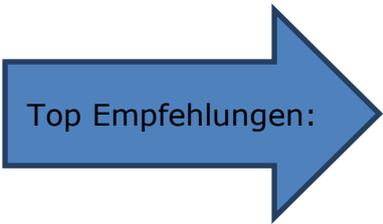
Top Empfehlungen:

- Eco-Drive und moderne Fahrzeugflotte
- Optimale Tourenplanung und Beladung der Fahrzeuge zur Vermeidung von Leerfahrten, Stand- und Wartezeiten
- Keine Extrafahrten für Nachlieferungen
- gefahrene Kilometer und Kraftstoffverbrauch erfassen und kontrollieren

- Aus- und Weiterbildung der Fahrzeugführer zu ressourcenschonendem Umgang (Eco-Drive).
- Tourenplanung: Optimale administrative Vorbereitung und Abstimmung mit den Kunden bezüglich Anliefer- und Abholzeit, Anlieferort und -häufigkeit.
- Fahrzeugflotte sollte auf dem Stand der Technik sein.
- Diesel mit Partikelfilter schont die Umwelt, es ist aber mit leicht höherem Verbrauch zu rechnen. Bei ausschliesslichem Kurzstreckenbetrieb können Probleme mit der Selbstreinigung des Filters entstehen.
- Derzeitiger Stand der Technik bezüglich Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoss in g/km (EURO5 Norm) können bei den Fahrzeugherstellern oder bei Automobilclubs (TCS, ACS, ADAC) erfragt werden.

**Tipp:** Die Erfassung der gefahrenen Kilometer (und des Kraftstoffverbrauchs) pro Fahrzeug ist sinnvoll und Basis für eine wichtige, zu kontrollierende Kennzahl: **Gefahrene Kilometer pro kg-Wäsche.**

### 2.5.3 Administration



Top Empfehlungen:

- Wichtigster Leitsatz: Wenn immer möglich Geräte ausschalten!
- Beim Neukauf auf den Stromverbrauch achten
- Toner und andere Verbrauchsmaterialien korrekt entsorgen

In der Administration gibt es viele grosse und kleine Energiefresser. Neben der Beleuchtung sind dies vor allem: Computer, Drucker, Fax, Kopierer und natürlich die Klimaanlage.

- Bei Neuanschaffungen von Geräten ist auf aktuell gültige Umweltstandards, z.B. Öko-Label bzw. Energieeffizienzklasse, zu achten.
- Nicht benutzte Geräte sollten immer ausgeschaltet werden.
- Wo dauernde Bereitschaft zwingend notwendig ist, sollten die Geräte zumindest im Energiesparmodus sein (der Stromverbrauch ist aber auch im Stand-by-Betrieb beträchtlich).
- Betreffend Beleuchtung siehe Kapitel [2.2.4](#).

**Tipp:** Überprüfen, bei welchen Geräten tatsächlich ein nächtlicher Stand-by-Modus notwendig ist. Wussten Sie, dass in der Schweiz geschätzte 1.5 Millionen Faxgeräte eingeschaltet auf ankommende Dokumente warten? In der heutigen Zeit mit flächendeckender Verbreitung von Computern mittlerweile meist vergeblich<sup>19</sup>.

Hilfreich für die Ressourcenoptimierung kann die Umsetzung von Qualitäts- und/oder Umweltmanagementprozessen sein. Zielsetzung: Ausführung aller relevanten Prozesse mit möglichst geringem Kosten-, Zeit- und Materialaufwand.

<sup>19</sup> Quelle: [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch).

## 2.6 NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN

Für die meisten der nachstehend erwähnten Ressourcen gibt es gesetzliche Vorschriften für Transport, Lagerung, Anwendung und Entsorgung. Dies wird hier nicht weiter behandelt, die Einhaltung ist für jeden Betrieb Pflicht. Tipps und Hinweise finden sich in den Kapiteln Lager (Kapitel [2.6.4](#)) und Entsorgung (Kapitel [2.6.5](#)).

### 2.6.1 Wasser

Die Verwendung und anschliessende Entsorgung von mit grossen Mengen an Chemikalien versetztem warmem Wasser in Wäschereien – in geringerem Ausmass aber auch in Textilreinigungen – belastet die Umwelt. Die Eigenschaften und die Temperatur des Wassers sind prozess- sowie energie- und damit auch umweltrelevant. Aus Umweltschutz-, Kosten- aber auch Imagegründen ist deshalb ein sorgsamer Umgang mit der natürlichen Ressource Wasser für die Textilpflegebranche von allergrösster Bedeutung.

#### Umweltrelevanz

Die Bereitstellung von Frischwasser ist – vor allem im Flachland ohne ausreichende Quellwasservorkommen – mit grossem Aufwand verbunden. Der Aufbereitung von mit Schmutz und Chemikalien belastetem Abwasser wird technisch und finanziell immer aufwendiger. Folgende Aspekte sind deshalb wichtig:

- Reduktion des Frischwasserverbrauchs auf das tiefst mögliche Niveau;
- Verwendung von möglichst umweltverträglichen Waschchemikalien in geringstmöglicher Dosierung;
- Einhaltung der Vorschriften bezüglich Einleitung von Abwässern in das öffentliche Netz;
- Fachgerechte Entsorgung von belasteten Abwässern (Permeat aus Abwasseraufbereitung).

## Prozessrelevanz

Die Qualität (Wasserhärte, Mineralien, Leitwert) und die Temperatur von Frischwasser beeinflussen die Prozesse. Folgende Aspekte sind wichtig:

### *Dampfversorgung*

- Erforderliche Wasser-/Dampfqualität durch Enthärtung, evtl. Entmineralisierung und Zusatz von geeigneten Chemikalien ins Speisewasser sicherstellen.
- Entsalzung und Abschlammung bei Dampfkesseln optimieren.

### *Waschwasser*

- Zur Reduktion des Waschmittelverbrauchs mit Weichwasser waschen.

*Die Viskosität von Wasser sinkt mit steigender Temperatur. Effekt nutzen bei:*

- der Wasseraufbereitung zur Reduktion des Wasser- und Energieverbrauchs;
- den Spülvorgängen zur Verbesserung des Entwässerungseffekts, d.h. Reduktion des Energieverbrauchs bei nachfolgenden Trocknungsprozessen.

## Energierrelevanz

Die Erwärmung von Wasser und die Verdunstung der Restfeuchte in Wäsche erfordern grosse Mengen an Energie. Warmes Abwasser und die in heisser Abluft enthaltene Feuchtigkeit beinhalten ein grosses Potential zur Wärmerückgewinnung respektive Abwärmenutzung. Folgende Aspekte sind wichtig:

- Reduktion der Warmwassertemperatur auf das tiefst mögliche Niveau unter Nutzung der im Betrieb vorhandenen WRG-Potentiale.
- Nutzung der Abwärme aus Abwasser und heisser Abluft, wo immer wirtschaftlich sinnvoll.

## Abwasseraufbereitung

Nach der Mehrfachnutzung des Wassers im Waschprozess kann dieses zusammen mit dem restlichen im Betrieb anfallenden Wasser (Wasser aus Entsalzung und Entschlammung, Permeat aus Wasseraufbereitung, Sanitärwasser) als Abwasser der Kanalisation zugeführt werden. Voraussetzung dafür ist, dass dieses Abwasser den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Im Normalfall kann die Einleitung ohne weitere Massnahmen erfolgen. Wäschereien, die auf sehr stark verschmutzte Wäsche (Putzlappen, Schwerindustrie, etc.) spezialisiert sind, müssen das

Abwasser vor der Einleitung mit geeigneten Verfahren (Vorklärung, Ultrafiltration, Zusatz von Chemikalien) aufbereiten. Da davon nur sehr wenige Betriebe betroffen sind, wird auf diese Thematik im Handbuch nicht näher eingegangen.

Rein technisch gesehen, ist es möglich, Abwasser durch Behandlung in verschiedenen Klärstufen auf Frischwasserqualität aufzubereiten und im Betrieb wiederzuverwenden. Damit wäre der Traum einer Wäscherei mit geschlossenem Wasserkreislauf grundsätzlich denkbar. In Deutschland, wo die Wasserpreise je nach Region mit bis zu Euro 10.-/m<sup>3</sup> deutlich über den Schweizer Wasserpreisen liegen, wurden in den letzten 15 Jahren verschiedene Aufbereitungsverfahren entwickelt und in der Betriebspraxis geprüft. Heute gibt es einige Betriebe, die auf freiwilliger Basis ihr Abwasser so aufbereiten, dass es mit gewissen Einschränkungen immer wieder verwendet werden kann. Die Praxiserfahrungen zeigen jedoch, dass die Investitionen sowie die Betriebs- und Wartungskosten einer betriebseigenen Wasseraufbereitung sehr hoch sind. Eine solche Anlage ist nach dem heutigen Stand des Wissens und der Technik nur bei hohem Wasserverbrauch und gleichzeitig sehr hohen Wasserpreisen wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben.

### **Grenzen des Wassersparens**

In den letzten 20 Jahren hat die Branche unter dem Druck stark steigender Wasser- und Energiepreise ihren Wasserverbrauch um mehr als 50% reduziert und auch den Energie- und Chemikalienverbrauch massiv gesenkt. Damit wurde ein wichtiger Beitrag zur Reduktion der Umweltbelastung geleistet. Mit der massiven Reduktion des Wasserverbrauchs pro kg Wäsche hat der Kostenfaktor «Wasser» bei den Betriebskosten nicht mehr den gleichen Stellenwert wie noch vor wenigen Jahren.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen aber auch klar, dass das konsequente Ausreizen des Wassersparpotenzials auch mit erheblichen Risiken verbunden ist. Je mehr der Wasserverbrauch gesenkt wird, desto grösser werden die Risiken von nachteiligen Auswirkungen im Aufbereitungsprozess. Speziell zu erwähnen sind folgende Gefahren:

- Ablagerungen von Flusen, Haaren u.ä. durch zu tiefe Frischwassermengen im Waschprozess;
- Rückstände auf der Wäsche durch ungenügende Spülwirkung bei zu geringem Frischwassereinsatz;
- Schleichende Verschlechterung der Messwerte der Sekundärwaschwirkung (Reisskraftverlust, Weissgrad, etc.);
- Konzentration der Fremdstoffe im Abwasser, d.h. Gefahr der Nichteinhaltung der Grenzwerte für die Einleitung in die Kanalisation.

Dies zeigt klar auf, dass nicht ein tiefst möglicher Wasserverbrauch allein die Lösung sein kann. Eine optimale Balance zwischen möglichst tiefen Ressourcenverbrauchswerten einerseits und bedürfnisgerechter Waschqualität sowie Werterhaltung der Textilien andererseits ist die grosse Herausforderung, die es zu meistern gilt.

## 2.6.2 Chemie

Für die meisten der nachstehend erwähnten Chemikalien gibt es gesetzliche Vorschriften für Transport, Lagerung, Anwendung und Entsorgung. Dies wird hier nicht weiter behandelt, die Einhaltung ist für jeden Betrieb Pflicht. Im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch stehen im Vordergrund:

Top Empfehlungen:

- Sparsame Verwendung
- Kein Verlust durch unsachgemässes Handling
- Regelmässige Überprüfung der eingesetzten Mittel im Hinblick auf Ersatz durch umweltfreundlichere Produkte

Speziell zu beachten: Es gibt eine neue Verordnung (814.018) über die Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Die VOCV wurde auf den 1. Januar 2013 geändert. Branchenspezifische Richtlinien können definiert und den Betrieben innert einer gewissen Frist die Einhaltung der als state-of-the-art bestimmten Technik vorgeschrieben werden. Es wird also in Zukunft noch wichtiger werden, Ausweichmöglichkeiten zu prüfen und allenfalls nicht abgabepflichtige Chemikalien als Ersatz zu verwenden.

### 2.6.2.1 Waschmittel

Die sparsame Verwendung der Waschmittel (darin eingeschlossen immer auch Waschhilfsmittel und Bleichmittel) ist schon aufgrund der Kosten ein wichtiges Thema in Textilpflegebetrieben. Im Zuge der Massnahmen zur Reduktion des Wasserverbrauchs und der Absenkung der Waschttemperaturen steigt der Waschmittelverbrauch aber zwangsläufig wieder an. Der Sinner'sche Kreis lässt sich nicht ausser Kraft setzen. Deshalb muss immer das Gesamtbild im Auge behalten und jede Massnahme auch auf ihre «Nebenwirkungen» geprüft werden. Waschmittel bergen ein erhebliches Gefahrenpotential bei Leckagen, Betriebsunfällen und bei der Lagerhaltung. Ein sorgfältiger Umgang und eine fachgerech-

te Lagerung auf getrennten Auffangwannen (mögliche chemische Reaktionen beachten) sind selbstverständlich für jeden verantwortungsvollen Unternehmer oder Betriebsleiter (vgl. dazu auch Kapitel [2.6.4](#)). Die Lieferanten müssen die Verpackungen zurücknehmen, diese dürfen nur minimale Waschmittelreste enthalten.

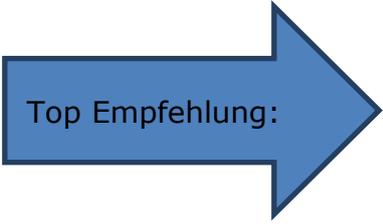
### **2.6.2.2 Lösemittel**

Der Lösemittelverbrauch in Textilreinigungen konnte in den letzten Jahren stark gesenkt werden. Den gesetzlichen Vorschriften wird durch die Kontrollen des Vereins Kontrollstelle Textilreinigungen Schweiz VKTS Nachachtung verschafft. In der Textilpflegebranche werden intensive Diskussionen um die Umweltfreundlichkeit oder eben -feindlichkeit der hauptsächlich verwendeten Lösemittel PER und KWL sowie um die Vor- und Nachteile der neuen Alternativlösemittel geführt. Einige Hinweise dazu finden sich in Kapitel [4.2](#). Der Verband Textilpflege Schweiz VTS wird sich auch in Zukunft mit allen Weiterentwicklungen und Veränderungen beschäftigen und die Mitglieder auf dem Laufenden halten.

### **2.6.2.3 Textilien**

Unabhängig von der laufenden Diskussion um Produktion und Herstellung der Textilien (Stichwort: Corporate Social Responsibility) ist für Textilpflegebetriebe ein schonender Umgang mit eigenen oder kundeneigenen Textilien sehr wichtig. Gerade bei der Umsetzung von Sparmassnahmen ist darauf zu achten, dass diese nicht zu einem erhöhten Wäscheverschleiss führen (Beispiele: Maximales Wassersparen oder mehr Chemieeinsatz bei reduzierten Waschttemperaturen). Alttextilien können einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden. Caritative Organisationen verwenden Kleider oder führen sie der Wiederverwertung zu. Sortenreine Ware wie z.B. reine Baumwolle (ohne Knöpfe usw.) kann sogar verkauft werden.

#### 2.6.2.4 Mangelwachs



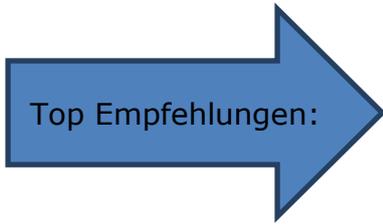
Top Empfehlung:

- Zuviel Wachs ist unproduktiv und eine Ressourcenverschwendung

Die Reibungskräfte zwischen Textil und Rollenbewicklung müssen grösser sein als die Reibungskräfte zwischen Textil und Mulde! Nachfolgend einige Tipps:

- Das Muldenreinigungstuch sollte jeden Morgen als erstes eingesetzt werden – beim Durchlauf durch die Mangel zeigen die Stahlwollstreifen zur Mulde. Die Ablagerungen des Vortages werden dadurch entfernt. Die Polierfilze vollenden die Reinigung. Es ist die volle Muldenbreite auszunutzen.
- Nach der Reinigung wird gewachst. Je nach Mangelbelegung wird morgens eine geringe Wachsmenge in das Wachstuch eingestreut. Die Wachstasche zeigt beim Mangeldurchlauf zur Walze.
- Entgegen der allgemeinen Meinung gilt: Zuviel Wachs ist unproduktiv. Der Inhalt ist meistens ausreichend für einen weiteren Wachsgang ohne erneute Wachszugabe.
- Je besser das Wachs, desto geringer die Dosierung und Häufigkeit der Anwendung. Jede Systemkombination hat ihre Eigenheiten, hier hilft nur der konkrete Versuch.
- Zum Wachsen sollte die Temperatur auf 180°C und eine langsame Mangelgeschwindigkeit (empfohlen: 12 m/min) eingestellt werden. Ein vordefiniertes Wachsprogramm vereinfacht dies und ermöglicht einen sicheren und stabilen Wachsprozess. Die Absaugung kann für das Wachsen ausgeschaltet werden.
- Vom Einsatz ungeeigneter und unqualifizierter Wachse ist abzuraten.
- Mit einem nachlaufenden nassen Tuch überschüssiges Wachs entfernen.
- Bei massiven Rückständen in den Mulden ist die Wachsdosierung zu überprüfen (Überwachsen des Tuches). Hier hilft nur eine gründliche mechanische Muldenreinigung mittels Schleifband oder Schleifvlies. Die Beseitigung der Ursache für die Wachsrückstände ist Voraussetzung für ein störungsfreies Weiterarbeiten.

### 2.6.3 Verpackung und Betriebsmaterial



Top Empfehlungen:

- Verpackungsmaterial regelmässig hinterfragen!
- Kann ich dünnere Folien verwenden?
- Gibt es andere, umweltfreundlichere Materialien?

- Papierverpackungen können dem Altpapierrecycling zugeführt werden. Die Möglichkeiten für Mehrfachverwendung sollten wenn möglich genutzt werden.
- Tragtaschen für den Sauberwäschetransport können – wo das aus hygienischen Gründen möglich ist – mehrfach verwendet werden. Nach Annahme der Motion De Buman 10.3850 wird die Abgabe von Plastiksäcken an Kunden für den Transport nach Hause gebührenpflichtig. Die Ausgestaltung der Vollzugsbestimmung wird zeigen, ob dies für Plastikhüllen oder Plastiktragtaschen für gereinigte Produkte aus Wäschereien und Textilreinigungen auch der Fall ist.
- Sowohl bei Papier als auch beim Plastik gibt es immer wieder neue, dünnere, aber trotzdem reissfeste Varianten, denen man den Vorzug geben sollte.

#### **Kisten/Container/Wäschewagen**

- Das Eigengewicht so minimal wie möglich halten und es sollte möglichst in vollen Einheiten geliefert werden.
- Für die Auskleidung der Transportmittel sollten in unserer Branche textile Hüllen im Vordergrund stehen. Diese können jedes Mal mitgewaschen werden und sind damit hygienisch einwandfrei.
- Wenn Plastikhüllen unumgänglich scheinen, sollten sie zumindest mehrfach gebraucht werden (vgl. auch oben «Motion De Buman»).

## Kleiderbügel

Top Empfehlungen:

- Dünneres Material ausprobieren
- Intelligente Rücknahmesysteme fördern

Viele Waren werden hängend ausgeliefert und es gibt unzählige Varianten von Kleiderbügel. Je nach Gewicht der Waren können Bügel mit einer Drahtstärke von 2.0 oder gar 1.8 mm ausreichend sein.

**Tip:** Von pulverbeschichteten Kleiderbügel ist abzuraten. Diese können nicht als reines Metall entsorgt werden (was in der Regel kostenlos möglich ist) und verursachen damit eine höhere Umweltbelastung.

Kleiderbügel werden in der Regel in Kartonschachteln angeliefert. Gelebte Schachteln sind besser dem Recycling zuzuführen als solche, die mit Metallklammern zusammengehalten werden. Vor der Rückgabe zum Kartonrecycling sollten die aus Plastik bestehenden Teile (insbesondere Klebetiketten und -bänder) entfernt werden.

**In der Praxis:** Für Kleiderbügel besteht (wie auch für anderes Verpackungsmaterial) eine Rücknahmepflicht. Das Angebot der Rücknahme der Kleiderbügel soll aktiv kommuniziert werden. Nicht verbogene Bügel können gut wiederverwendet werden. Damit spart man Aufwand und Kosten für die Entsorgung. Es lohnt sich, dem Kunden die Rückgabe mit konfektionierten Transporttaschen zu erleichtern oder im Laden Dreieck-Ständer zur geordneten Sammlung aufzustellen.

## Verpackungsmaschinen

Top Empfehlungen:

- Keine Geräte benutzen, die ständig beheizte Schweissflächen haben
- Geräte nur bei guter Auslastung eingeschaltet lassen

Verpackung für hängende Kleider:

- ständig beheizte Schweissflächen brauchen immer Strom, auch wenn nicht verpackt wird.
- Impulsbeheizung braucht nur ca. 50 Watt pro Schweissung.

Anschlusswerte für gängige Verpackungsmaschinen:

- Winkelschweisser: 3 kW
- Umreifungsmaschine: 2 kW
- Schrumpftunnel: 12-18 kW

### 2.6.4 Lager

Unter Lagerhaltung wird in Produktion und Logistik die Aufbewahrung von Material als Teilaufgabe der Materialwirtschaft verstanden. Gelagert werden können unter anderem: Verbrauchs- und Hilfsmaterial, Neuware und Produktionsware.

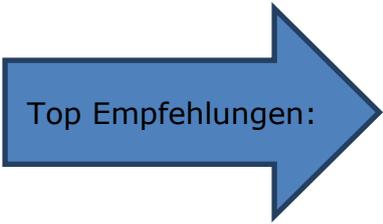
Top Empfehlungen:

- Ressourcenoptimierung durch das Vermeiden von unbrauchbar gewordenen Lagergütern
- First-In - First-Out
- Regelmässige Bestandskontrolle
- Bedarfsgerechte Anpassung der Lagermengen

Diese Massnahmen haben Gültigkeit für alle sich im Betrieb befindlichen Lager (Wäschelager, Verbrauchsmaterial und Ersatzteile). Ein Beispiel für eine einfache Lagerbuchhaltung ist im Anhang unter [6.3.6](#) zu finden.

## 2.6.5 Entsorgung

Abfallentsorgung ist der Oberbegriff für alle Verfahren und Tätigkeiten, die der Beseitigung oder Verwertung von Abfällen dienen. Mit dem Begriff Recycling wird der Vorgang bezeichnet, bei dem aus gebrauchten, defekten, unmodernen oder nicht mehr benötigten Produkten (meist Abfall) ein Sekundärrohstoff wird.



Top Empfehlungen:

- Rückgabe von Leermaterial an Lieferant/Hersteller (gleichzeitig mit Lieferung, keine Extrafahrten)
- Weiterverwendung (intern oder extern) prüfen
- Recycling

Allfälliger Sondermüll (Destillationsrückstände, Öl etc.) muss gemäss den gesetzlichen Bestimmungen entsorgt werden.

## 3 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI

Hier werden die spezifisch in der Wäscherei verwendeten Maschinen, Verfahren und Prozesse beleuchtet. Grundsätzliche Bemerkungen, die sowohl für Wäschereien als auch für Textilreinigungen gelten, sind in Kapitel [2](#) festgehalten.

### 3.1 WASCHEN

Für das Waschen stehen in gewerblichen Wäschereien und Textilreinigungen Waschschleudermaschinen (nachfolgend mit WSM abgekürzt) oder kontinuierliche Waschmaschinen (hier als Taktwaschanlagen oder TWA bezeichnet) zur Verfügung. Von der kleinen WSM mit 10 kg Fassungsvermögen bis zur Waschstrasse, die jede Stunde mehrere Hundert Kilogramm Wäsche verarbeitet, ist ein grosses Feld zu bearbeiten. In kleinen Betrieben und zur Bearbeitung von Spezialfällen werden teilweise sogar Haushaltswaschmaschinen verwendet. Auf dieses Thema wird hier nicht eingegangen, die Einwirkungsmöglichkeiten sind zu klein. Die Auswahl solcher Kleinmaschinen wird durch Energielabels erleichtert.

#### Regelmässige Massnahmen

Für optimales Funktionieren und als Basis für alle Sparmassnahmen sind folgende regelmässigen Arbeiten empfohlen:

##### a) Selbstständig:

1. Möglichst detaillierte Statistik über den Wasserverbrauch führen. Vgl. dazu auch die Hinweise im Branchenvergleichsprojekt «Benchmarking»;
2. Statistik über Nachwaschquote führen. Wenn möglich «Fleckenwäsche» und «Nachwäsche aus anderen Gründen» in der Statistik trennen;
3. Statistik über Chemieeinsatz führen;
4. Wasserqualität regelmässig überprüfen und dokumentieren. Z.B:

Parameter	1. Jahreshälfte	2. Jahreshälfte
°dH Rohwasser		
pH-Wert Rohwasser		
°dH Weichwasser		
pH-Wert Weichwasser		

*b) Mit fachmännischer Hilfe:*

1. Waschprogramm in Bezug auf den Chemie- und Temperatureinsatz und auf den Verschmutzungsgrad der Wäsche abstimmen – nur so viel verbrauchen wie notwendig! Mit angeschnitztem Testgewebe kontrollieren (vgl. dazu auch die in Kapitel [3.1.2.2.1](#) geführte Diskussion über die «richtige» Waschttemperatur);
2. Waschprogramme mittels Titration überprüfen;
3. Direkte Waschttemperatur in den einzelnen Kammern mittels Thermologger kontrollieren;
4. Zweimal jährlich eine detaillierte Wasseranalyse erstellen lassen<sup>20</sup>;

Parameter	1. Jahreshälfte	2. Jahreshälfte
Fe		
Cu		
Mn		
Carbonathärte		

Bei Veränderungen wie unter Punkt 1 beschrieben (Abstimmung des Waschprogramms betreffend Chemie und Temperatur), ist besonders auf folgende Nebenwirkungen zu achten:

- Veränderung der Nachwaschquote;
- Auswirkung auf das Spülergebnis – insbesondere veränderte Leitwerte können zu Problemen führen (z.B. beim Mangeln oder durch Hautirritationen);
- Hat die Veränderung einen Einfluss auf vorgeschriebene Richtlinien wie bspw. Desinfektion? Allenfalls müssen diese Parameter neu geprüft/adjustiert werden.

<sup>20</sup> Als Richtlinie dienen die Werte des Hohenstein Instituts für Wasserqualität in Wäschereien.

### **3.1.1 Waschschleudermaschinen (WSM)**

Diese Maschinen haben in Wäschereien eine weite Verbreitung. Sei es in kleineren Betrieben als alleinige Waschgeräte oder in mittleren und grösseren Betrieben als Ergänzungsmaschinen zu den Taktwaschanlagen für Nachwäsche, kleinere Posten oder Expressaufträge.

#### **3.1.1.1 Technik**

Waschschleudermaschinen sind kompakte Geräte, in denen sowohl gewaschen als auch entwässert wird.<sup>21</sup> Die verschiedenen Beladearten und Trommelvarianten sind als Auswahlkriterien für betriebliche Aspekte und den internen Warenfluss sehr wichtig, spielen für den Ressourcenverbrauch aber nur eine untergeordnete Rolle.

Waschschleudermaschinen sind generell folgendermassen aufgebaut:

- Gehäuse
- SPS- oder Mikroprozessor-Steuerung
- Frequenzumrichter
- Medienanschlüsse: Elektrizität und evtl. Dampf (je nach Beheizungsart), Druckluft, Waschmittel und -hilfsmittel für manuelle und automatische Dosierung, Frischwasser, Abwasser
- Trommel mit Antriebsmotor
- Trommelaufhängung mittels Luftfedern oder Zugfedern, Dämpfung zusätzlich mit Stossdämpfern
- Mechanische Bremse zum in Position halten der Innentrommel während des Be- und Entladevorgangs

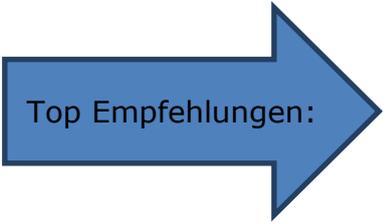
Als Heizmedium stehen Elektroheizungen oder Dampfheizungen (direkt und indirekt) zur Verfügung. Eine Gasbeheizung hat sich unter anderem auf Grund der platzaufwändigen Tauscher und Brenner noch nicht durchgesetzt. Auch der Anschaffungswert ist verhältnismässig hoch.

Die oben aufgeführten Bauteile können zum Teil in verschiedenen Ausführungen oder in unterschiedlicher Anzahl (Wasseranschlüsse, Abläufe) bestellt werden. Nachfolgend verschiedene Hinweise zur Bedeutung dieser Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch.

---

<sup>21</sup> Im internen Bereich der Website [www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch) können detaillierte Beschreibungen der Bauarten und Varianten von Waschschleudermaschinen heruntergeladen werden.

### 3.1.1.1.1 Kriterien beim Neukauf einer Waschsleudermaschine



Top Empfehlungen:

- Dreifacher Wasserzulauf und grosse Einlaufventile
- Zwei Ablaufvarianten: Kanal oder Weiterverwendung
- Maschine mit hohem G-Faktor kaufen
- Antrieb und Bremse optimieren
- Maschine mit Wäge-Einrichtung in Kaufüberlegung einbeziehen

- Drei Wasserzuläufe – für Weichwasser kalt und warm sowie für Hartwasser – und grosse Einlaufventile lassen alle Möglichkeiten für ein optimales Verfahren offen (siehe Kapitel [3.1.1.2](#)).
- Dieselbe Bemerkung gilt auch für die Wahl der Abläufe.
- Ein hoher G-Faktor (bestimmt durch Trommeldurchmesser und -drehzahl) erlaubt eine sehr gute mechanische Entwässerung. Diese ist billiger und effizienter als die Verdampfung des in der Wäsche enthaltenen Wassers beim anschliessenden Finishprozess.
- Motor mit kleinstmöglichem Verbrauch (kWh) wählen (vgl. Tabelle in Kapitel [2.3.6](#)). Die Drehzahl sollte stufenlos mittels Frequenzumrichter geregelt werden können. Falls vorgegeben: Schmierintervalle einhalten für möglichst geringen Reibungswiderstand beim Antrieb.
- Die mechanische Bremse hält die Trommel nur während des Be- und Entladens in Position (und beim NOT-Aus). Für das Bremsen nach dem Schleudern werden verschleissfreie und deutlich schnellere elektrische Bremswiderstände empfohlen.

#### Waschmaschinen mit eingebauter Wägefunktion

Waschsleudermaschinen mit eingebauter Wägefunktion bieten mannigfaltige Möglichkeiten der Ressourceneinsparung. Deren flächendeckende Verbreitung wäre deshalb sehr erwünscht. Leider steht dem zurzeit der ziemlich hohe Aufpreis entgegen. Neben der stets optimalen Beladung der Waschmaschine ermöglichen Wägesysteme auch die automatisiert angepasste Zugabe von Wasser und Chemie. Daraus ergeben sich direkte Einsparmöglichkeiten und auch der Energiebedarf für das Aufheizen ist bei kleinerer Wassermenge geringer.

### Beispiele:

- Wasserzugabe nach Gewicht füllt exakt auf das gewünschte Füllverhältnis und berechnet dieses aufgrund der tatsächlichen Beladung und nicht aufgrund der theoretischen Maschinenkapazität.
- Wasserzugabe nach Gewicht berücksichtigt sowohl die freie wie auch die gebundene Flotte. Eine Wassersteuerung nach Niveau kann das nicht und füllt deshalb bei Frotteewäsche deutlich mehr Wasser ein als bei Mischgewebe, das weniger Flotte bindet.
- Die gewichtsabhängige Wasserzugabe kann so programmiert werden, dass auch das Aufheizen und die Einspülung der Waschchemie berücksichtigt werden. Nach einem anfänglichen Füllen auf beispielsweise 75% der berechneten Wassermenge erfolgen das Aufheizen und die Chemiedosierung mit Nachspülung. Erst anschließend wird noch die tatsächlich fehlende Wassermenge nachgefüllt. Dazu ein Zahlenvergleich:

Beladung 60 kg / 60°C-Verfahren / Soll-Niveau 1:4			
Traditionell		Gewichtsabhängige Zufuhr	
Befüllen 4 l/kg:	240 l	75% vorfüllen auf:	180 l
Dampfungabe:	40 l	Dampfungabe:	38 l
Chemie und Nachspülung:	20 l	Chemie und Nachspülung:	20 l
Effektiv in Maschine:	<b>300 l</b>	Effektiv in Maschine:	238 l
	<b>= 5 l/kg Wäsche</b>	auffüllen auf gewünschte	<b>240 l</b>
			<b>= 4 l/kg Wäsche</b>

Tabelle: Herbert Kannegiesser GmbH.

- Die Wägefunktion kann auch zum Bestimmen der optimalen Schleuderzeit genutzt werden. Bei Erreichen der gewünschten Restfeuchte wird der Schleudervorgang abgebrochen.

### Weitere relevante Komponenten sind:

- Eine **SPS-Steuerung** ermöglicht exakte und viele Einstellungsparameter pro Artikel.
- Die **automatisierte Waschmittelzuführung** sorgt für einen möglichst geringen Verbrauch und ist deshalb der Handdosierung vorzuziehen.
- Eine **direkte Dampfheizung** ist einer indirekten Heizung aufgrund der unmittelbaren Wirkung vorzuziehen. Nachteil: Flottenverdünnung (korrigierbar bei Wasserzugabe aufgrund laufender Gewichtsmessung) und zusätzlicher Speisewasserbedarf beim Dampfkessel.

Direkte Dampfheizung ist meist unerwünscht bei der Nassreinigung (vgl. Kapitel [4.3](#)).

Weitere entscheidende Fragen werden in Kapitel [3.1.1.2](#) (Verfahrenstechnik) angesprochen – grosse Einsparungen sind durch Optimierungen im Waschprozess und beim Wasserverbrauch bzw. bei der Wasserrückgewinnung möglich. Tanks für die Rückgewinnung werden in Kapitel [3.1.1.2.3](#) behandelt.

#### **3.1.1.1.2 Nachrüstung / Umbauten an bestehenden WSM**

Leider sind die Nachrüstungsmöglichkeiten sehr beschränkt, dies meist aufgrund eines ungenügenden Preis-/Leistungsverhältnisses. Dies gilt sowohl für die Nachrüstung mit sparsameren Motoren als auch für den Einbau einer neuen Steuerung.

#### **3.1.1.1.3 Zentrale Dosieranlage**

Sinnvoll kann dagegen der Anschluss von WSM an eine zentrale, automatische Dosieranlage oder die Montage einer solchen sein. Dadurch ist eine gleichbleibend exakte Waschmittelzuführung gewährleistet (=gleichbleibende Waschqualität). Bei manueller Zugabe wird oft zu viel Waschmittel dosiert.

#### **3.1.1.2 Verfahren**

Top Empfehlung:

- Einfachste Sparmassnahme:  
Immer korrekt beladen!

Die artikelbezogene Beladung mit dem optimalen Füllgewicht birgt immer Einsparpotential und erfordert keinerlei Investitionen. Dabei ist es hilfreich, verschiedene Maschinengrößen im Einsatz zu haben, damit immer eine möglichst passende WSM zur Verfügung steht.

Die auf WSM angewendeten Verfahren sind sehr unterschiedlich. In den letzten Jahren hat sich vieles verändert.

## Zwei Ziele stehen dabei im Vordergrund<sup>22</sup>:

- Senkung des Wasserverbrauchs.
- Reduktion der Primärenergie, welche für das Aufheizen zugeführt werden muss.

### a) Wasserverbrauch

Vergleich Maximal- und Minimalvariante	
Konventionelles 2-Bad-Verfahren mit 4 Spülgängen benötigt ca.	Modernes Verfahren in optimal ausgerüsteter Maschine (1- oder 2-Bad, 1 Spülgang und Rückgewinnung) benötigt ca.
<b>17.5 l/kg.</b>	<b>4.5 l/kg.</b>

Voraussetzung bei dieser und den nachfolgenden Wasserverbrauchstabellen:

- gebundene Flotte bei Baumwolle: ca. 2.5 l/kg
- gebundene Flotte nach Zwischenschleudern: ca. 0.5 l/kg
- tote Flotte: nicht berücksichtigt, da maschinenspezifische Unterschiede.

Es ist relativ einfach, Erfolge beim Wasserverbrauch zu erzielen und es macht Spass, die erzielten Fortschritte auf dem Papier zu sehen und mit den Ergebnissen von Kollegen zu vergleichen. Dabei darf aber das Gesamtbild nicht vergessen gehen. Neben dem Wasserverbrauch sind auch die zum Erreichen der gewünschten Temperatur nötige Heizenergie, die Antriebsenergie, der Zeitbedarf und vor allem die Chemiekosten zu beachten. Veränderungen an einem Parameter haben Auswirkungen auf andere Kosten und Ressourcen – eine geringere Waschttemperatur führt z.B. zu einem erhöhten Chemie- oder Zeitbedarf. Der Sinner'sche Kreis kann nicht durchbrochen werden, weshalb eine einseitige Fixierung auf die Reduktion des Energieverbrauchs keinen Sinn macht. Alle Veränderungen müssen unter der Voraussetzung mindestens gleich guter Waschergebnisse und nicht höherer Textilschädigung ständig überprüft werden.

### b) Reduktion der Primärenergie

Das Aufheizen von Wasser mit Primärenergie (meist Strom oder Dampf) soll auf das absolute Minimum begrenzt werden. Die Waschttemperaturen werden gesenkt und das zugeführte Wasser soll wenn immer möglich durch Abwärmenutzung auf die geforderte Temperatur gebracht werden.

<sup>22</sup> Die genau gleichen Ziele werden auch beim Betrieb von Waschstrassen verfolgt, vgl. dazu Kapitel [3.1.2.2.](#)

Wir unterscheiden in den nachfolgenden Unterkapiteln zwischen:	
Einsparungen, die ohne Investitionen realisiert werden können	Massnahmen, welche mit Kosten verbunden sind
Kapitel <a href="#">3.1.1.2.1</a> Spülsystem prüfen Anzahl Waschbäder prüfen Waschtemperatur senken	Kapitel <a href="#">3.1.1.2.2</a> Lösungen mit Warmwassertanks Kapitel <a href="#">3.1.1.2.3</a> Lösungen mit Wasserrückgewinnung

### 3.1.1.2.1 Vorgehen bei vorhandenen Maschinen, ohne Tanks und ohne zusätzliche Wasseranschlüsse

➔

Top Empfehlungen:

- Spülsystem prüfen – ist ein JET-Spülen/Sprintverfahren möglich?
- Anzahl Waschbäder prüfen
- Waschtemperaturen prüfen

#### Anzahl Spülgänge (Verdünnungsprozesse) überprüfen

Es ist möglich, den Wasserverbrauch je nach Anzahl Spülbäder ohne finanzielle Aufwendungen mittels JET-Spülen/Sprintverfahren um >30% zu reduzieren. Nach dem Klarwaschen wird stark abgeschleudert (2-4 Minuten bei maximaler Drehzahl), damit nur noch ca. 0.5-0.7 l/kg gebundene Flotte vorhanden ist. Die geschleuderte Wäsche kann anschliessend das Spülwasser besser aufnehmen (System «ausgedrückter Schwamm») und die Verdünnung der noch vorhandenen Waschlauge ist viel wirkungsvoller. Dadurch genügt häufig ein Spülgang. Bei hohem Chemieeinsatz oder bei Bekleidung (wegen allfälliger Allergien) können zwei Spülgänge notwendig sein. Mehr als zwei Spülbäder sind jedoch fast nie nötig. Flüssige Waschmittel lassen sich besser ausspülen und eignen sich deshalb für dieses System besser.

Vergleich des Wasserverbrauchs – 1. Schritt: Spülsystem angepasst					
Konventionell			JET-Spülen/Sprintverfahren		
Vorwaschen	1:4.5	4.5 l/kg	Vorwaschen	1:4.5	4.5 l/kg
Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg	Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg
1. Spülen	1:4.5	2.0 l/kg	Zw-Schleudern 2-4 Minuten bei maximaler Drehzahl		
2. Spülen	1:6.0	3.5 l/kg	1. Spülen	1:5.0	4.5 l/kg
3. Spülen	1:6.0	3.5 l/kg			
4. Spülen	1:4.5	2.0 l/kg			
<b>Total = 17.5 l/kg</b>			<b>Total = 11.0 l/kg</b>		

Dem stark reduzierten Wasserverbrauch steht ein erhöhter Energieverbrauch für das Zwischenschleudern gegenüber. Der Zeitbedarf für das Jet-Spülen/Sprintverfahren ist jedoch wesentlich geringer. Den drei eingesparten Spülgängen mit einem Zeitbedarf von deutlich mehr als 9 Minuten (das Füllen und Ablassen des Spülwassers muss noch dazugerechnet werden) steht nur das zusätzliche Schleudern gegenüber – geschätzte Einsparung an Zeit: 10 Minuten oder ca. 15%.

### Anzahl Waschbäder überprüfen

Es ist immer zu hinterfragen, ob wirklich ein (oder gar zwei) Vorwaschgänge notwendig sind. Häufig genügt ein 1-Bad-Verfahren.

#### Vergleich des Wasserverbrauchs – 2. Schritt: Waschbäder angepasst

Jedes eingesparte Waschbad verringert den Wasserverbrauch pro Kilogramm Wäsche um etwa 2 Liter.

### Waschtemperaturen überprüfen

Grosses Einsparpotenzial liegt in der Absenkung der Waschtemperatur. Sie hat Auswirkungen auf Energie, Zeit, Leistung und Textilschonung:

- **Energie:** Bei Waschschleudermaschinen mit vordefinierten Programmen sind die Waschtemperaturen in der Regel zu hoch (90°C). Sehr gute Waschresultate erreicht man heute mit 65°C oder weniger. Je tiefer die Waschtemperatur ist, desto weniger Temperaturdifferenz ist zu überwinden und desto weniger Energie muss entsprechend aufgewendet werden. Bei reduzierter Waschtemperatur spielt es keine Rolle, ob Pulver- oder Flüssigwaschmittel eingesetzt werden.
- **Zeit und Leistung:** Elektrisch beheizte Waschschleudermaschinen heizen ca. 3-4°C pro Minute. Wenn das Frischwasser 10°C hat und auf 90°C aufgeheizt werden muss, ist die reine Heizzeit ca. 20-30 Minuten. Für eine Waschtemperatur von 60°C beträgt die Heizzeit nur noch ca. 15-20 Minuten und die Waschleistung pro Maschine und pro Tag wird höher. Auch ein falscher Querschnitt (Leitungsdurchmesser) beim Wasseranschluss der WSM ist ein nicht zu vernachlässigender Punkt für die Leistung. Ein grosser Querschnitt beschleunigt das Füllen der Maschine. Durch diese Anpassungen erübrigt sich allenfalls eine Neuinvestition.
- **Textilschonung:** Die Temperatur hat auch Einfluss auf die Textilschädigung, ein allfälliger, durch zu hohe Temperatur verursachter Reisskraftverlust ist nicht zu unterschätzen. Allerdings muss bei reduzierter Temperatur für die gleiche Waschleistung mehr Chemie, Mechanik oder Zeit eingesetzt werden. Ausschlaggebend ist immer

die Kombination aller Faktoren. Ein konkreter Vergleich mit Teststreifen ist zwingend notwendig, nur dieser gibt Aufschluss über den konkreten Wäscheverschleiss.

### **Endschleuderdrehzahl (UPM) überprüfen**

Je höher Schleuderdrehzahl und Schleuderzeit sind, desto kleiner ist die Restfeuchte. Der Energieaufwand bei der Weiterverarbeitung ist dadurch kleiner (Trockner, Mangel, Finisher usw.). Schleudern kostet aber auch Antriebsenergie und Zeit. Vorsicht ist zudem bei empfindlichen Geweben (Duschvorhänge, beschichtete Artikel, Berufskleider aus Mischgewebe usw.) geboten, dort müssen Schleuderdrehzahl und Schleuderzeit angepasst werden.

### **Beheizungsart überprüfen**

Wenn mehrere Waschschleudermaschinen elektrisch beheizt werden, sollte man eine Umrüstung auf Dampf in Betracht ziehen und sie vom Energiespezialisten kalkulieren lassen.

#### **3.1.1.2 Sinnvolle Nachrüstungen – Tanks und Warmwasser**

Wenn mehrere WSM betrieben werden, stellt sich die Frage nach einem zentralen Tanksystem.

Top Empfehlungen:

- Warmwassertank – aufgeheizt mit zurückgewonnener Energie
- WSM mit mehreren Wasseranschlüssen und Mischwasser-Programmierungsmöglichkeit
- Erhöhung der Spülwassertemperatur

#### **Warmwassertank – aufgeheizt mit zurückgewonnener Energie**

Die vernünftige Grösse berechnet sich aus den vorhandenen oder geplanten WSM-Kapazitäten.

##### *a) Anforderungen an die Tanks:*

- Tanks isolieren;
- Reinigungsmöglichkeiten vorsehen;
- Gut sichtbare Temperaturanzeigen anbringen;
- Tank evtl. beheizbar machen (energetisch umstritten, aber evtl. wichtig für betrieblichen Prozess, z.B. für den morgendlichen Start);
- Zwangsüberlauf vorsehen.

Auf dem Markt gibt es moderne doppelwandige Silotanks mit Tankspülung. Es geht aber auch einfacher; wichtig sind dann, nebst guter Isolation, ein Deckel zum Öffnen und ein Ablauf.

*b) Beheizung des Wassers im Tank – verschiedene Möglichkeiten:*

- Abwasserwärmetauscher: Die Wärme aus dem nicht wiederverwertbaren Wasser wird auf das Wasser im Tank übertragen.
- Wärme aus anderen Quellen: Abwärme aus Mangelabluft, Tumbler, Finishgeräten oder Brennerabgas kann das Wasser aufwärmen.
- Wärme aus Kondensat: Das Kondensat wird vor der Rückführung ins Speisewassergefäss durch den Warmwassertank geführt.

*Theorie und Praxis:*

Theoretisch ist die Nutzung der im Kondensat enthaltenen Wärme zur Erzeugung von Warmwasser falsch. Es soll möglichst viel heisses Kondensat zurück zum Dampfkessel gebracht werden, damit nicht mit (kaltem) Frischwasser der Speisewasservorrat ergänzt werden muss (vgl. dazu Kapitel [2.3.2.4](#)). In der Praxis ist das Kondensat oft überhitzt (z.B. wegen defekter Kondensatableiter, die nicht immer sofort entdeckt werden), es entsteht Brügendampf und die darin enthaltene Energie ist verloren, wenn dieser über Dach abgeführt wird. Die Wassererwärmung durch das Kondensat und die damit verbundene Abkühlung des Kondensats wird darum vielerorts als favorisierte Variante gewählt und hat sich in der Praxis durchaus bewährt.

**Mischwasser-Programmierung**

Beim Befüllen der Waschmaschine sollte die gewünschte Zulauftemperatur programmiert werden können. Die Maschine holt dann soviel Warmwasser wie möglich aus dem Tank und verwendet Kaltwasser nur zur Regulierung der Temperatur. Dies setzt zwei Tanks voraus. Beide enthalten Weichwasser: einer kaltes und der andere warmes oder heisses Weichwasser. Die Temperatur des Warmwassers ist dabei nicht entscheidend. Liegt sie unter der gewünschten Temperatur für das Waschen, so muss aufgeheizt werden. Liegt sie darüber, so kann durch die Mischung mit kaltem Wasser die gewünschte Temperatur erreicht werden. Es besteht also keine Gefahr von unerwünschten Temperaturüberschreitungen beim Vor- oder Hauptwaschen.

### **Erhöhung der Spülwassertemperatur**

Auch das Spülwasser kann erwärmt werden. Wenn mit Hartwasser gespült werden soll, braucht es dazu einen zusätzlichen Tank und es ist wegen möglicher Ausfällungen Vorsicht geboten. Die Energieeinsparung ergibt sich in späteren Prozessen: die Entwässerung wird wegen der höheren Viskosität des warmen Wassers erleichtert. Dies gilt nicht nur für das Schleudern, sondern auch für die nachfolgende thermische Entwässerung – allerdings nur bei rascher Weiterverarbeitung!

- Faustregel 1: Erhöhung der Spülwassertemperatur von 20 auf 50°C reduziert die Restfeuchte um ca. 10%.
- Faustregel 2: Reduzierung der Restfeuchte um 1% spart ca. 4% Trocknungsenergie.
- Vorsicht: Wärme fördert das Keimwachstum in der Wäsche, deshalb rasch weiterverarbeiten.

Die bisher aufgezeigten Möglichkeiten beim Einsatz von Wassertanks bringen keine Verbesserungen hinsichtlich des Wasserverbrauchs, da nur Frischwasser in die Tanks gefüllt wird. Trotzdem sind solche Massnahmen sinnvoll und sparen wertvolle Aufheiz- oder Verdampfungsenergie. Der grosse Vorteil liegt darin, dass kaum Risiken in Kauf genommen werden müssen. Die Wasserqualität ist (bei sauberen Tanks) immer einwandfrei; weder Verfärbungen noch unerwünschte Flusen oder Chemikalien sind zu befürchten.

### 3.1.1.2.3 Lösungen mit zurückgewonnenem Wasser

Zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen ergeben sich hier auch Einsparungen beim Wasserverbrauch. Voraussetzung dafür ist, dass die Waschschleudermaschinen zwei Abläufe aufweisen und das Wasser entweder in die Kanalisation abgelassen oder in einen Tank geführt werden kann (natürliches Gefälle oder Pumpe).

**Tipp:** Die Nachrüstung mit einem zweiten Ablauf ist teuer. Deshalb unbedingt bei einer Neuanschaffung Möglichkeiten prüfen, auch wenn im Moment vielleicht noch nicht mit Wasserrückgewinnung gearbeitet wird.

**Vorsicht:**

- Kein verfärbtes Wasser in Rückgewinnungstanks einbringen;
- «gefährliche» Bäder nicht zurückgewinnen;
- Keine Flusen mitschleppen: Geeigneten Flusenfilter zwischenschalten, dabei auf einfache Reinigungsmöglichkeit achten. Selbstreinigende Filter sind vorzuziehen, kosten aber ziemlich viel Geld.

Zusätzlich notwendig ist eine Niveausteuerng für das Nachfüllen mit Frischwasser zur Sicherstellung eines minimalen Wasserinhalts im Tank.

Wasserverbrauch eines modernen Waschverfahrens, wenn **ein** Rückgewinnungstank zur Verfügung steht:

	Flotte	Frischwasser	Wasser aus Rückgewinnung	Zulauf	Ablauf
Vorwaschen	1:4.5	–	4.5 l/kg	Tank1	Kanal
Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg	–	FWW	Kanal
Zwischenschleudern					Kanal
Spülen (JET)	1:5.0	4.5 l/kg	–	FWW	Tank1

\* FWW = Frischwasser weich (bei Rückgewinnung drängt sich Spülen mit Weichwasser auf).

**Der Gesamtbedarf an Frischwasser beträgt hier 6.5 l/kg.**

Die Herbert Kannegiesser GmbH zeigt ein System mit **2 Tanks** und leicht anderen Flottenverhältnissen, welches das aktuell mögliche Minimum an Frischwasserverbrauch für das Waschen in WSM darstellen dürfte:

	Flotte	Frischwasser	Wasser aus Rückgewinnung	Zulauf	Ablauf
Vorwaschen	1:5.0	-	5.0 l/kg	Tank1: 4.0 l Tank2: 1.0 l	Kanal: 3.0 l
Klarwaschen	1:3.5	-	1.5 l/kg	Tank2: 1.5 l	
Zwischenschleudern					Tank2: 2.5 l Kanal: 0.5 l
Spülen (JET)	1:5.0	4.5 l/kg	-	FWW*	Tank1: 4.5 l

\* FWW = Frischwasser weich.

### Der Gesamtbedarf an Frischwasser beträgt hier 4.5 l/kg.

Dieses Beispiel beschreibt eine WSM mit zwei Tanks direkt auf der Maschine. Wasserrückgewinnung mit einem Tanksystem für eine Einzelmaschine kann nachgerüstet werden. Wenn, wie oben beschrieben, zwei Abläufe vorhanden sind, halten sich die Kosten in Grenzen. Sie können allerdings durch die Gegebenheit des Gebäudes/der Infrastruktur erhöht werden, weil die Platzverhältnisse nicht immer die günstigste Variante (Tanks direkt auf oder neben der Maschine) zulassen.

Diese maximale Sparvariante mit einem Frischwasserverbrauch von 4.5 l/kg lässt sich nur dann gefahrlos resp. ohne Risiken umsetzen, wenn möglichst gleichmässige und nicht abfärbende Wäsche gewaschen wird. Die Gefahr von Verfärbungen o.ä. ist noch ausgeprägter, wenn anstatt mit einem Einzelsystem mit zentralen Tanks gearbeitet wird. Die Wiederverwendung von Wasser aus dem Klarwaschgang ist dann nur mit grosser Vorsicht möglich.

## 3.1.2 Kontinuierliche Waschmaschinen

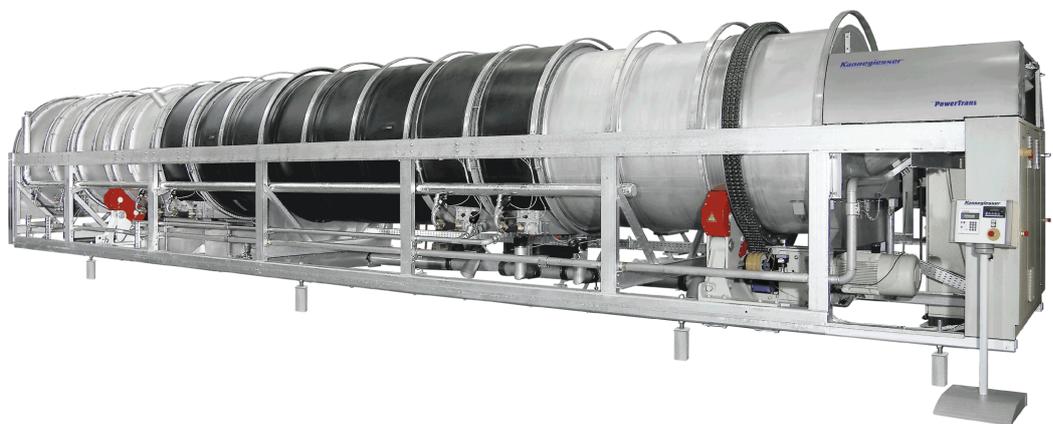
### 3.1.2.1 Technik

Kontinuierliche Waschmaschinen, sogenannte Taktwaschanlagen (TWA; umgangssprachlich auch Waschröhr genannt), haben mehrere hintereinander angeordnete Waschkammern. Je nach Stundenleistung, Postengrösse und Anbieter, sind es zwischen 4 und 22 Kammern.



*Jensen Universal P50-14.*

Taktwaschanlagen sind ausschliesslich auf das Waschen von Textilien und Matten ausgelegt. Die Entwässerung wird von weiteren spezialisierten Maschinen – den Taktpressen und den Taktzentrifugen – übernommen (vgl. auch Kapitel [3.2](#)).



*Kannegiesser PowerTrans 75-16 (ohne Verkleidung).*

Grundsätzlich werden Taktwaschanlagen in 4 Arten aufgeteilt:

- a) Mitstrom-TWA
- b) Gegenstrom-TWA
- c) Stehende Bäder-TWA
- d) JET-Technik (Spülen in der Entwässerungseinheit)

Diese Einteilung bezieht sich darauf, ob der Wasserstrom (Vorwaschen und Klarwaschen) in der Maschine *mit* oder *gegen* den Wäschefluss

fließt. Heutige moderne TWA sind in der Regel alle nach dem Mitstrom-Prinzip aufgebaut. Und zwar nach dem Prinzip der stehenden Bäder, bei dem es keinen Flottenaustausch zwischen benachbarten Kammern gibt und die Waschflotte beim Transfer zusammen mit dem Posten transportiert wird.

Der Spülprozess wurde bis vor einigen Jahren generell im Gegenstrom-Prinzip ausgeführt. Mittlerweile gibt es aber je nach Hersteller verschiedene weitere Spülmethode, wie das Badwechselspülen (in stehenden Bädern) und das JET-Spülen (in der Entwässerungspresse oder Zentrifuge). Diese beiden Methoden bewirken im Vergleich eine bessere Spülwirkung (Verdünnung) bei gleichem Frischwassereinsatz.

Grundsätzlich sei hierzu angefügt, dass je nach Hersteller mit ganz unterschiedlichen Lösungen aufgewartet wird. In den Sortimenten der Hersteller gibt es unterschiedliche Modelle mit unterschiedlichen Ausbau- und Nachrüstungsmöglichkeiten. Eine TWA (und damit ihr Wasserlaufplan, bzw. ihr Funktionsprinzip) wird ganz nach kundenspezifischen Bedürfnissen aufgebaut und ist in jedem Fall im Zusammenspiel mit dem Maschinen- und Waschchemielieferanten zu definieren.

TWA sind in allen mittleren und grösseren Wäschereien anzutreffen und bilden das Herzstück der Waschabteilung. Angebotene Postengrößen: 25–120kg. Übliche Postengrößen sind 25kg, 36kg, 50kg, 72kg, 75kg, 90kg, 100kg und 120kg (Abstufung je nach Anbieter). In der Schweiz kommen aufgrund der Tonnagen und Wäschereigrößen in der Regel Maschinen mit maximal 75kg-Postengröße zum Einsatz.

Taktwaschanlagen sind generell folgendermassen aufgebaut:

- Grundrahmen mit Anbauteilen wie Tanks, Wasserleitungen, Antriebsmotor(en) und Ventilen;
- SPS-Steuerung;
- Medienanschlüsse (Elektro, Dampf, Druckluft, Waschhilfsmittel, Frischwasser, Abwasser);
- Trommel mit Lagerung;
- Evtl. Peripheriegeräte wie Flusenfilter, interne Abwasser-Wärmerückgewinnung und weitere Tanks.

Als Heizmedium stehen direkte Dampfheizung oder indirekte Gasheizung zur Verfügung. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, Wasser aus Wärmerückgewinnungsanlagen zu verwenden.

**Wichtig:** Die entscheidenden Massnahmen hinsichtlich Ressourcenoptimierung sind in der Verfahrenstechnik (vgl. [3.1.2.2](#)) vorzunehmen. Die TWA-Technik sollte jedoch so ausgerüstet sein, dass stets die optimalen Verfahren angewendet werden können. Dazu gehört insbesondere die Möglichkeit, Veränderungen und Anpassungen vornehmen zu können; es tauchen immer wieder neue Ideen und Innovationen auf und deren Umsetzung sollte nicht durch eine starre technische Einrichtung erschwert werden.

### Wichtigste Punkte bei einem Neukauf:

- Antrieb: Model mit kleinstmöglichem kWh-Verbrauch wählen. Unterhalt beachten. Den kWh-Verbrauch nicht mit dem Anschlusswert verwechseln, sondern den Stromverbrauch relativiert zum Output vergleichen (vgl. Motorentabelle in Kapitel [2.3.6](#)).
- SPS-Steuerung – hier sind zwei Ebenen zu beachten:
  - Einerseits soll für die Techniker eine möglichst umfangreiche Steuerung zur Verfügung stehen, die eine optimale Programmierung erlaubt. Auch die Flexibilität für zukünftige Veränderungen ist wichtig.
  - Andererseits ist für die Anwender eine einfache und sichere Programmwahl wichtig.
- Heizung: Zurzeit ist davon auszugehen, dass auch bei Neuanlagen ein Dampfanschluss notwendig ist. Allerdings sind bei verschiedenen Herstellern Bemühungen um alternative Lösungen in entscheidenden Phasen der Entwicklung. Näheres dazu bei der Verfahrenstechnik (vgl. Kapitel [3.1.2.2](#)) und im Kapitel «Die grüne Wäscherei» (vgl. Kapitel [2.1.7](#)).

Bei Verwendung von Dampf:

- Auf den spezifischen Dampfverbrauch achten (kg Dampf pro kg Trockenwäsche).
- Der Dampf zur direkten Beheizung sollte nicht zusammen mit Druckluft eingespeist werden, sondern über strömungsoptimierte Dampfdüsen (Laval-Düsen). Eine Mischung aus Dampf und Druckluft verschlechtert den Wärmeübergang und führt zu zusätzlichen Kosten für die Druckluft.
- Wasseranschluss: Einen zweiten Frischwasseranschluss «Frischwasser warm-weich» im Wasserlaufplan vorsehen, damit alle Möglichkeiten der Rückgewinnung offen bleiben.
- Isolation: Auf möglichst durchgängige Isolation der TWA achten: komplette Trommel, Dampfleitungen, Warmwasserleitungen. Isolierenden zwischen benachbarten Kammern mit Isoliermaterial; keine Doppelwandung ohne Füllung.

## Nachrüstung / Umbauten

Da es nur sehr wenige bezahlbare Möglichkeiten für Nachrüstungen gibt, kommt dem Unterhalt und der Kontrolle bei älteren Maschinen eine umso grössere Bedeutung zu. Kontrolle auf Lecks, ordnungsgemässe Funktion und Dichtheit der Ventile helfen beim Energiesparen. Der Antrieb sollte leichtgängig (widerstandslos) sein und die Programme der Steuerung müssen immer wieder überprüft und ergänzt werden.

- Antrieb: Bedingt durch hohen technischen Aufwand zu teuer und nicht sinnvoll.
- SPS-Steuerung: Bedingt durch hohen technischen Aufwand in der Regel zu teuer und nicht sinnvoll. Wenn die bestehende Steuerung jedoch älter als ca. 10–15 Jahre ist und die TWA noch mindestens 5–7 Jahre in Betrieb bleiben soll, ist eine neue Steuerungseinheit sinnvoll (genauere Betriebseinstellung möglich, dadurch geringerer Medienverbrauch; Ersatzteilesicherheit).
- Heizung: Bedingt durch hohen technischen Aufwand zu teuer und nicht sinnvoll.
- Isolation: Alle Leitungen (intern und Zuführung) isolieren. Die komplette Trommel zu isolieren ist bei älteren Maschinen zu teuer. Mindestens der Klarwaschbereich mit den höchsten Temperaturen sollte aber isoliert sein.

### 3.1.2.2 Verfahren

Unabhängig von Fabrikat und Ausstattung der Waschstrasse sind folgende Punkte wichtig:

Top Empfehlungen:

- Beladung: Beladen der Maschine gemäss Nennbeladung; Unterbeladung vermeiden
- Keine Leerkammern: Wäscheablauf so gestalten, dass Leerkammern vermieden werden
- Richtige Programme verwenden: Sicherstellen, dass auch tatsächlich die vorgesehenen Waschprogramme angewendet werden
- Waschtemperatur: Grosse Sprünge von Posten zu Posten vermeiden

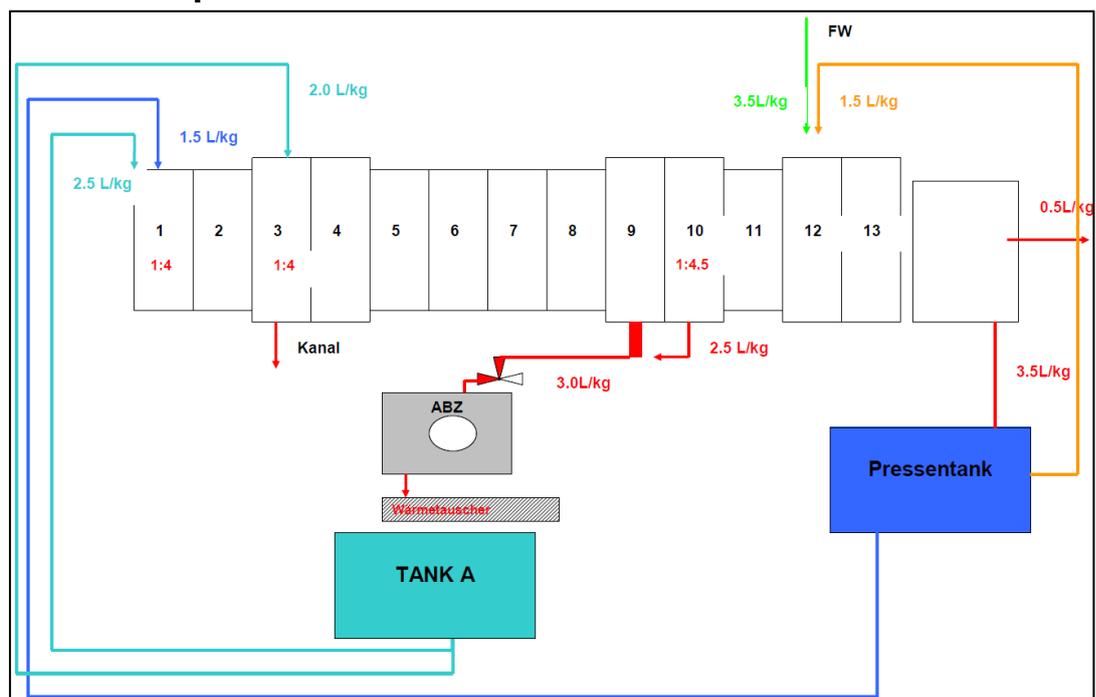
Verbrauchsoptimierte Verfahren richten das Hauptaugenmerk auf den Wasserverbrauch und die Primärenergie, welche zum Erreichen der gewünschten Temperaturen eingesetzt werden muss. Im Gesamtbild müssen aber auch die Chemiekosten und alle zusätzlichen Kosten für Verfahrensänderungen oder die Rückgewinnung berücksichtigt werden. Sämtliche Änderungen müssen in Bezug auf Warenausfall (Qualität) und Wäscheschädigung überprüft werden.

### 3.1.2.2.1 So würde heute eine Neu-Anlage aufgebaut und betrieben

Top Empfehlungen:

- Frischwasser nur noch zum Spülen einsetzen
- Hauptwaschwasser, Spülwasser, Pressenwasser und Zentrifugenwasser zurückzugewinnen und zum Waschen resp. Spülen verwenden
- Wasser und Chemie gewichtsabhängig zuführen
- Nicht nur Wasser sparen, sondern auch Wärme zurückgewinnen

### Wasserlaufplan und Wasserverbrauch



ABZ = Flusenfilter (in diesem Beispiel Markenbezeichnung der ABZ - Zierler GmbH). Grafik: M. Österle, Bezema AG, Montlingen.

- Pressenwasser resp. Wasser aus Zentrifuge: Pressenwasser kann beim Spülen wieder verwendet werden. Dies hilft den Frischwassereinsatz zu vermindern.
- Spülwasserverwendung: Beim Spülen in stehenden Bädern ist das Wasser des letzten Spülbads sehr sauber (ausser bei Dosierung von Stärke oder anderen Chemikalien). Es kann deshalb im ersten Spülbad noch einmal verwendet werden.
- Verwendung des Hauptwaschwassers: Ein Farbwechselventil nach der Hauptwaschzone macht es möglich, dass das Hauptwaschwasser wieder verwendet werden kann. Nur unverfärbtes Wasser wird in Tanks zurückgeführt.
- Gewichtsabhängige Zufuhr: Wenn aus betrieblichen Gründen die Beladung mit dem Nenngewicht einmal nicht möglich ist, sollte trotzdem ressourceneffizient gewaschen werden. Die gewichtsabhängige Wasserzufuhr schafft die Basis für eine entsprechend reduzierte Chemiedosierung und für weniger Bedarf an Aufheizenergie, weil die Wassermenge geringer ist.

Durch diese Massnahmen kann der Wasserverbrauch ungefähr auf folgende Mengen gesenkt werden:

Wäscheart	Frishwasser zum Spülen
Bettwäsche	3–4 l/kg
Tischwäsche	3–4 l/kg
Frottee	4–5 l/kg
Arbeitskleidung weiss	3–5 l/kg
Arbeitskleidung bunt	6–8 l/kg

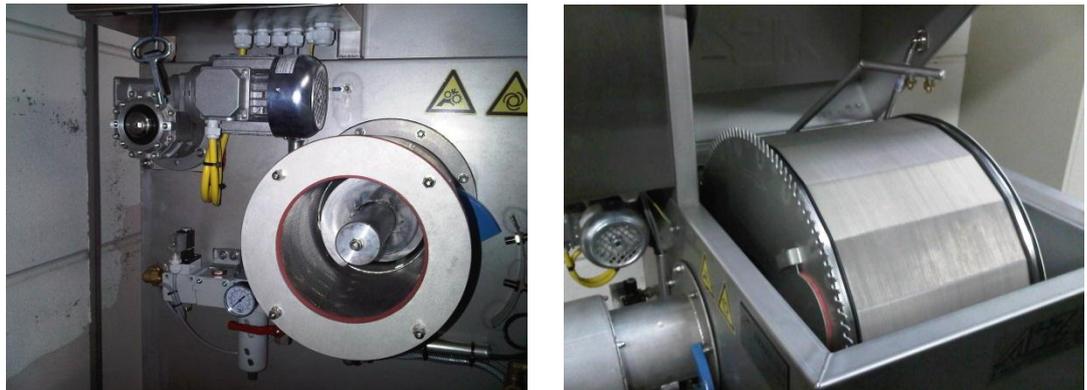
*Frishwasserverbrauch zum Spülen im optimalen Fall.*

### Flusenproblematik

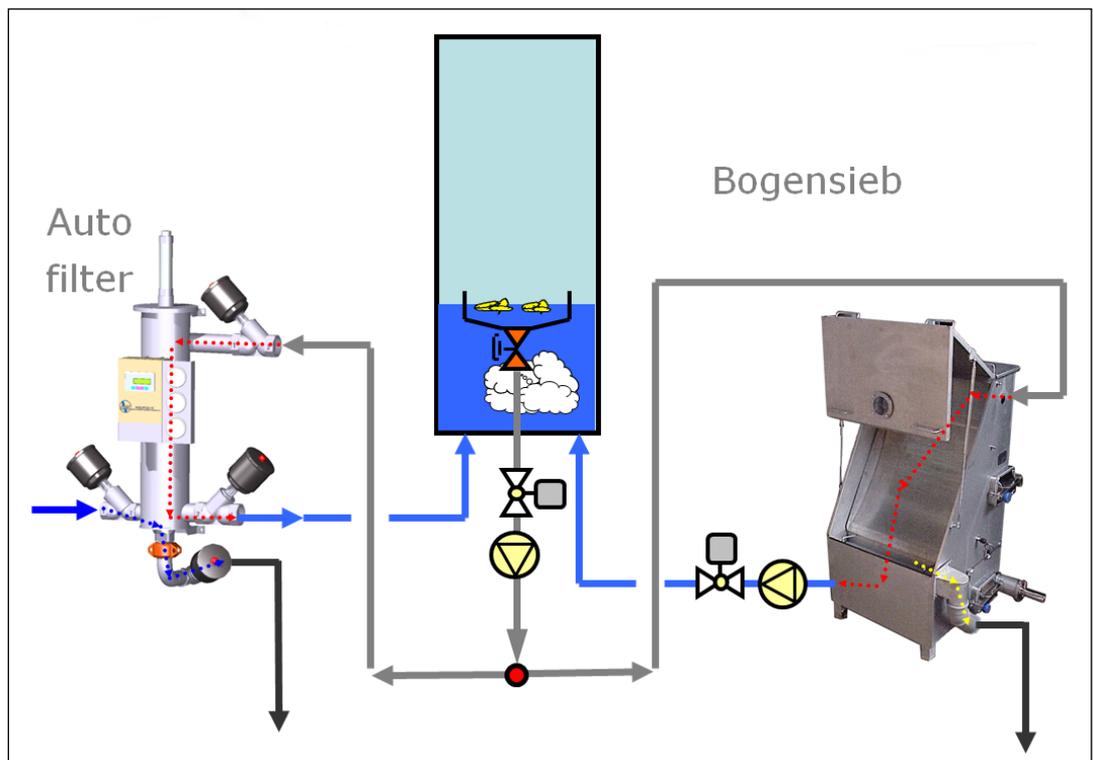
Flusen und andere Verschmutzungen wie z.B. Haare sind ein altbekanntes Problem in der Wäscherei. Mit reduziertem Wassereinsatz und Wiederverwendung des Wassers können sich diese Probleme akkumulieren.

**Tipp:** Flusenfiltration mittels Rotationsfilter! Das wiederverwendete Wasser soll keine Flusen enthalten. Bei der Filtration mittels Rotationsfilter werden die Flusen automatisch abfiltriert. Der Reinigungsaufwand ist vernachlässigbar klein. Alternativen zum Rotationsfilter sind Scheibenfilter, Bogensiebe oder vergleichbare Konstruktionen.

Flusenfilter werden nicht nur bei Wasserrückgewinnung vor der Wiederverwendung eingesetzt. Das Waschwasser kann auch laufend der Flotte entzogen und über einen Filter geleitet werden. Üblicherweise geschieht das in der ersten Klarwaschzone. So werden auch die beim Vorwaschen freigewordenen Flusen, welche mit der Wäsche mittransportiert wurden, erfasst und entfernt.

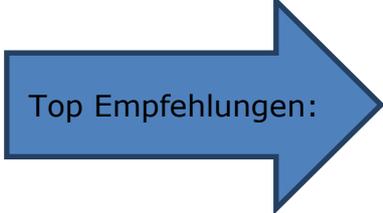


Rotationsflusenfilter der ABZ - Zierler GmbH: Aussenansicht mit Ausschub des Filtermaterials resp. der Flusen (links) und Innenansicht mit Rotations-Filterelement (rechts).



Rechts: Flusenentfernung mittels Bogensiebfilter (manuelle Flusenentfernung nach deren Abscheidung). Links: Automatisch rückspülbarer Filter. Grafik: Jensen Group.

## Wärmehaushalt



Top Empfehlungen:

Ziel:

- Möglichst wenig Primärenergie zum Aufheizen brauchen

Mittel:

- Waschtemperaturen anpassen
- Im Wasser enthaltene Wärme optimal nutzen
- Abwärme aus anderen Prozessen verwenden

### a) Wärmebedarf und Temperaturen

Der Energieaufwand beschränkt sich auf das Aufheizen des Wassers auf die gewünschte Waschtemperatur. Die effektive Wassertemperatur ergibt sich aus der Mischung der gebundenen/mitgeführten Flotte mit dem zugeführten vorgewärmten Wasser. Im optimalen Fall kann letzteres genau so heiss zugeführt werden, dass sich die gewünschte Waschtemperatur von selbst ergibt.

Traditionsgemäss wird mit ca. 40°C vorgewaschen. Höhere Temperaturen sind mit entsprechenden Vorkehrungen möglich.

Es ist sinnvoll, die Spültemperatur des Frischwassers auf bis zu 55°C zu erhöhen. Dadurch kann bei den Folgeprozessen Energie gespart werden und es wird auch die Temperatur in den Tanks erhöht, wo das zurückgewonnene Spülwasser zwischengelagert wird.

### b) Diskussion um optimale Waschtemperatur

Was die «richtige» Waschtemperatur anbelangt, so ist unter den Waschmittellieferanten eine kontroverse Diskussion im Gange. Es ist ein umstrittenes Thema, bei dem schlussendlich auch immer Art und Gleichmässigkeit der anfallenden Wäsche einen massgeblichen Einfluss darauf haben, welche Waschtemperatur im Gesamtergebnis am besten abschneidet. Nachfolgend sind die redaktionell überarbeiteten Argumentationen der bei der Erstellung dieses Handbuchs beteiligten Waschmittellieferanten in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet:

- BEZEMA AG: 80°C-Verfahren  
Durch optimal eingestellte Maschinenparameter und evtl. bereits schon vorhandener Wärmerückgewinnungssysteme ist es möglich, mit einer hohen Waschtemperatur insgesamt günstiger zu waschen. Die erhöhte Waschtemperatur wirkt sich insbesondere bei den nach-

folgenden Trocknungsprozessen positiv aus. Die gesamtheitliche Einsparung ist vor allem auch durch den bei hohen Waschttemperaturen geringeren Chemieeinsatz möglich.

- **BurnusHychem: 40°C-Verfahren**  
Verlängerte Lebensdauer der Textilien durch Farb- und Faserschonung. Sparen durch reduzierte Abwassertemperatur. Knitterfreier Warenausfall ohne Cool-down. Erheblich reduziertes Gefahrenpotential und Geruchsneutralität beim Umgang mit dem Sterisan 40°C-Verfahren.
- **Christeyns GmbH: 60°C-Verfahren**  
Unter sorgfältiger Abwägung aller waschrelevanten Aspekte (Energie, Waschperformance, Hygiene, Textilschonung etc.) ist 60°C derzeit die optimale Wasch-, Bleich- und Desinfektionstemperatur. Bei einer Betrachtung der Gesamtenergiebilanz (Waschen und Finishen) ergeben sich hier niedrigste Energieverbräuche. Die Waschperformance – unter Berücksichtigung von Chemikalienverbrauch und -kosten (Sinner'scher Kreis) – liegt hier im optimalen Bereich, bei gleichzeitiger Schonung der Textilien und hoher Verfahrenssicherheit bei Desinfektionswaschprozessen.
- **Ecolab Schweiz GmbH: 40°C-Verfahren**  
Das Niedertemperaturverfahren PERformance 40 ermöglicht eine Verkürzung der Taktzeit und steigert dadurch die Kapazität. In Kombination mit einem Wärmetauscher für die Mangel, ermöglicht PERformance 40 ausserdem den Betrieb ohne direkte Primärenergieeinspeisung, um die benötigten 40°C innerhalb der Waschstrasse konstant zu halten, sobald diese einmal erreicht sind. Dabei wird der Waschprozess so konfiguriert, dass wenn notwendig das Textil desinfiziert wird. Das schonende Waschen sorgt zudem für eine erhöhte Textillebensdauer und sichert so den Wert der Textilien.

Unabhängig von obiger Diskussion stellt sich die Frage, wie das Wasser auf die gewünschten Temperaturen gebracht werden kann.

### c) Integrierter Abwasserwärmetauscher

Die dem Abwasser entzogene Wärme wird zum Aufheizen des Frischwassers verwendet oder sie heizt zurückgewonnenes Wasser auf. Dies passiert in der Regel mittels «Rohr-in-Rohr-Wärmetauscher» (vgl. Kapitel [2.3.7.2.1](#)).



*Abwasserwärmetauscher Jensen Spiralizer, interne Verrohrung und Steuerung in der Waschstrasse. Links: Auf dem Dach der Waschstrasse montiert. Rechts: An der Wand neben der Waschstrasse montiert.*

### d) Externe Abwärmequellen

Das Wasser kann auch mit Abwärme aus anderen Prozessen aufgewärmt werden. Details dazu in Kapitel [2.3.7.4](#).

### e) Primärenergieeinsatz

Wenn alle beschriebenen Wärmequellen ausgenutzt werden, bleibt immer noch ein ungedeckter Wärmebedarf. Dieser wird üblicherweise mit Dampf abgedeckt. Da auf dem Weg zur grünen Wäscherei (vgl. Kapitel [2.1.7](#)) die Erstellung einer zentralen Dampfversorgung mit entsprechendem Leitungsnetz unerwünscht ist, wurde und wird nach anderen Lösungen gesucht. Wärmepumpensysteme, Gasthermen (z.B. Aquaheater) oder Blockheizkraftwerke werden getestet. Letztere produzieren auch Strom, welcher selber genutzt oder ins Netz eingespeist werden kann. Die politischen/rechtlichen Vorschriften spielen für die Rentabilitätsberechnung eine grosse Rolle. Solche Systeme werden mit Öl, Gas oder Elektrizität betrieben und haben eine deutlich schwächere Aufheizleistung als direkt eingeblasener Dampf. Bei Arbeitsbeginn am Morgen (insbesondere am Montagmorgen) kann dies Probleme verursachen: Am Morgen ist die Waschstrasse total ausgekühlt, das Wasser in den Tanks hat Temperatur verloren und allfällige WRG/AWN-Anlagen können erst Wärme liefern, wenn Mangel, Tumbler oder andere Wärmequellen (vgl. Kapitel [2.3.7.4](#)) voll am Produzieren sind. In dieser Situation ist eine grosse Aufheizleistung notwendig, weshalb Dampfanschlüsse noch eine Zeitlang unerlässlich bleiben. Die zeitliche Übereinstimmung von Abwärmeproduktion und Wärmebedarf ist generell zu prüfen. Möglicherweise können hier Betriebsabläufe optimiert werden.

### 3.1.2.2.2 Optimierung der bestehenden Prozesse

Waschstrassen haben eine sehr lange Lebensdauer und deshalb ist der Verfahrensoptimierung auf bestehenden Anlagen grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Wie oben bei WSM (Kapitel [3.1.1.2](#)) beschrieben, stehen auch bei TWA die Verringerung des Wasserverbrauchs und die Reduktion der zugeführten Primärenergie im Vordergrund.

Der schnellste Erfolg kann mit folgenden Massnahmen erzielt werden:

Top Empfehlungen:

- Pressenwasserrückgewinnung
- Abwasserwärmetauscher installieren

Diese Massnahmen haben das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis und weisen in der Regel Amortisationszeiten von unter zwei Jahren auf. Auch für kleinere Betriebe, die weniger als drei Tonnen pro Tag verarbeiten, sind diese Punkte sinnvoll und führen zu einer Energie- resp. Ressourcenoptimierung.

#### a) Wasserverbrauch

Auch bei bestehenden Maschinen wird eine Annäherung an die in Kapitel [3.1.2.2.1](#) beschriebenen optimalen Wasserverbrauchszahlen angestrebt. Vor der Optimierung kann der ermittelte IST-Zustand mit branchenüblichen Richtwerten verglichen werden.

Wäscheart	Bleichmittel	Waschtemp.	Gegenstrom-Maschine	Badwechsel-Maschine	JET <sup>23</sup>
Bettwäsche	O <sub>2</sub>	40-65°C	6-8 l/kg	4-6 l/kg	3-5 l/kg
Tischwäsche	O <sub>2</sub>	50-70°C	6-8 l/kg	4-6 l/kg	3-5 l/kg
Frottee	O <sub>2</sub>	50-80°C	6-8 l/kg	5-7 l/kg	4-5 l/kg
Arbeitskleidung, weiss	O <sub>2</sub> /Cl	60-70°C	7-9 l/kg	5-7 l/kg	3-5 l/kg
Arbeitskleidung, bunt	O <sub>2</sub>	50-70°C	7-9 l/kg	6-8 l/kg	4-6 l/kg

Übersicht Wasserverbrauch Waschaggregate.

<sup>23</sup> Das JET-Verfahren von Kannegiesser verlegt das Spülen in die Presse resp. Zentrifuge. Eine Spülzone in der Waschstrasse ist damit nicht mehr nötig. Vor dem Spülen wird entwässert und damit die gebundene Flotte reduziert (entspricht dem Zwischenschleudern bei einer Waschscheudermaschine). Das Textil nimmt danach viel mehr Wasser auf, womit ein verbesserter Spüleffekt erzielt werden kann. Sowohl das Wasser aus dem Vorpressen als auch das eigentliche Presswasser können der Rückgewinnung zugeführt werden.

Veränderungen am Wasserlaufschema sind abhängig von vorhandenen Zu- und Abläufen und nicht immer einfach zu realisieren. Zusätzliche Tanks zur Ermöglichung oder Erweiterung der Wasserrückgewinnung müssen installiert werden. Dem Kosten-Nutzen-Verhältnis ist hier ein besonderes Augenmerk zu widmen. Auch die Flusenproblematik (vgl. Kapitel [3.1.2.2.1](#)) und allfällige Verfärbungen des Wassers verdienen höchste Aufmerksamkeit.

*b) Energieverbrauch*

Ein Abwasserwärmetauscher ist die einfachste Sparmöglichkeit. Details dazu oben in den Kapiteln [2.3.7](#) und [3.1.2.2.1](#). Dort finden sich auch Argumente zur «richtigen» Waschtemperatur auf TWA.

*c) Weitere Massnahmen*

Vorhandene Anlagen können zusätzlich auch mit folgenden Aggregaten ausgestattet werden:

- Flusenfiltration mittels Rotationsfilter
- Gewichtsabhängige Wasserzuführung – spart Wasser und Energie

### **3.1.2.2.3 Zusätzliche Massnahmen bei Anlagen mit Rückgewinnung**

*a) Selbstständig:*

1. Funktion der Pumpensysteme zur Wiederverwendung von Prozesswasser innerhalb des Systems kontrollieren.
2. Niveausensoren der Tanks kontrollieren.
3. Kontrollieren, ob integrierte Tanks zusätzliches Frischwasser benötigen.
4. Überprüfen, ob es unter der Maschine trocken ist. Nässe ist ein Hinweis auf Leckagen.
5. Bei abgeschalteter Maschine auf Leckagen in Druckluftleitungen achten.
6. Bei den integrierten Wärmetauschern überprüfen, ob das Wasser, welches zur kontinuierlichen Waschmaschine fliesst, wärmer ist als das Zulaufwasser.
7. Sollte eine integrierte Pressenwasserrückgewinnung installiert sein, deren Funktionsweise überprüfen.

*b) Mit fachmännischer Hilfe:*

1. Dichtheit von Abläufen kontrollieren.
2. Niveau- und Temperatursensoren sowie Durchflussmesser kalibrieren.
3. Richtiges Schliessen der Dampfventile an den einzelnen Kammern überprüfen.
4. Kammerdichtungen auf Dichtheit prüfen.



## 3.2 ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE

### 3.2.1 Technik und Verfahren

Für das Entwässern (nach Taktwaschanlagen) stehen zwei Systeme zur Auswahl.

#### a) Taktpressen



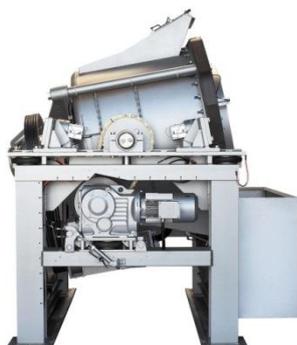
*Jensen SEP50 MD*



*Kannegiesser PowerPress*

Taktpressen können für sämtliche Textilien verwendet werden. Vorzugsweise für Frottee- (Volltrocken) und Flachwäsche (Mangelstrasse). Laminate und beschichtete Textilien sollten nur eingeschränkt auf einer Taktpresse bearbeitet werden, weil die Ausschussrate durch Beschädigungen hoch sein kann. Ein langsamer Druckaufbau kann die Gefahr vermindern. Formteile sind nur dann problemlos möglich, wenn keine Knöpfe, Reissverschlüsse oder ähnliches vorhanden sind.

#### b) Taktzentrifugen



*Jensen Z1200*

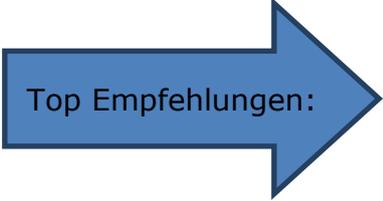


*Kannegiesser PowerSpin*

Taktzentrifugen werden primär für Formteile, gefüllte Waschobjekte wie Kissen und Decken und für Matten eingesetzt. Frotteewäsche kann problemlos bearbeitet werden, die Entwässerungsleistung ist aber geringer als bei einer Presse. Der Energieverbrauch einer Zentrifuge ist höher als derjenige einer Presse. Flachwäsche, insbesondere grossflächige Textilien, kann wegen der Länge der Teile Probleme verursachen. Das korrekte Anlegen der Wäsche zur Vermeidung von Unwucht beim Schleudern braucht evtl. mehrere Anläufe und kann somit zu unnötig langen Taktzeiten führen. Stand der Technik ist zurzeit ein G-Faktor von 800. Je nach Textil kann der G-Faktor via Schleuderdrehzahl angepasst werden.

### **Wichtigste technische Merkmale betreffend Ressourceneffizienz**

Ressourceneffizienz (Stromverbrauch, Materialschonung) und maximale Leistung stehen in einem Konkurrenzverhältnis. Langsamer Druckaufbau in Presse oder Zentrifuge und gemässigttes Auspressen des Wassers aus der Wäsche schonen das Textil und brauchen weniger Energie. Dafür ist der Zeitaufwand grösser. Die volle Ausnützung der Leistungskapazität einer TWA bedingt in der Regel kurze Taktzeiten, die gewünschte optimale Entwässerung muss also sehr schnell erreicht werden. Dazu ist mehr Energie nötig, unabhängig davon, ob ein höherer Druck aufgebaut oder rasch eine höhere Drehzahl erreicht werden soll. Trotzdem lohnt sich dieser Ressourceneinsatz. Die mechanische Entwässerung ist immer noch billiger als die thermische Entwässerung im Trockner oder auf der Mangel. Eine optimale Restfeuchte ist also immer erstrebenswert. Nicht vergessen werden dürfen in diesem Zusammenhang die qualitativen Ansprüche. Drohende Schäden an Textilien oder Nachteile bei der nachfolgenden Bearbeitung (Mischgewebe!) schränken obige Aussagen ein.



Top Empfehlungen:

- Modell mit höchstmöglicher Entwässerungsleistung bei kleinstmöglichem kWh-Verbrauch wählen

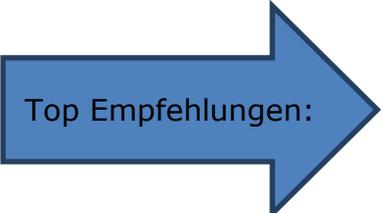
Ziele:

- Optimale artikelbezogene Entwässerung
- stromsparende Kombination von Pressdruck/G-Faktor und Aufbau- resp. Verweilzeit finden

Voraussetzungen dafür:

- Sehr gute Drainage

### 3.2.2 Rückgewinnung



Top Empfehlungen:

- Pressenwasser ist sehr sauberes Wasser – unbedingt zurückgewinnen
- Nachrüstung ist möglich
- Stromrekuperation bei Zentrifugen

Zu beachten ist, dass trotzdem die Möglichkeit besteht, das Pressenwasser falls nötig zu verwerfen (z.B. bei verfärbtem Wasser).

#### *Stromrückgewinnung*

Moderne Zentrifugen verfügen über eine Stromrekuperation. Hier wird die Bremsenergie beim Abbremsen der Zentrifuge, welche im Antriebsmotor der Schleudertrommel erzeugt wird (Generatorwirkung), wieder als elektrischer Strom zurückgespielen. Mechanisches Bremsen mittels Bremsbacken sollte auf Grund des hohen Verschleisses vermieden werden.

## 3.3 TROCKNEN

Top Empfehlungen:

- Mechanische Entwässerung ist billiger als Verdampfung
- Deshalb vor dem Tumbeln immer optimal spülen und schleudern/auspressen

Nach der mechanischen Entwässerung kann die Wäsche im Tumbler angetrocknet oder vollgetrocknet werden. Diese thermische Entwässerung ist in der Wäscherei der grösste Energieverbraucher. Es wurde weiter vorne schon dargelegt, dass es deshalb sehr wichtig ist, eine optimale mechanische Entwässerung durchzuführen. Diese ist billiger und hilft Energie zu sparen.

Grössere Betriebe setzen auch Schüttler (Trockner ohne Heizregister) ein. Die optimal entwässerte Wäsche kann so ohne Energiezufuhr für die weitere Bearbeitung aufgelockert werden.

Trockner werden in vielen Varianten gebaut und angeboten. Auch die Kundenbedürfnisse sind unterschiedlich. Industrielle Durchladetrockner, welche auf Höchstleistung getrimmt sind, können deshalb nur bedingt mit Klein- oder gar Haushaltstrocknern verglichen werden. Nach einigen allgemein gültigen Bemerkungen sollen diese zwei Gruppen deshalb separat betrachtet werden.

### 3.3.1 Technik und Wartung allgemein

Entscheidende Faktoren für das Trocknen und den Energieverbrauch sind:

- Beladung
- Beheizung
- Trommelbewegung
- Luftführung und Luftmengensteuerung
- Zeit
- Reinigung/Wartung

#### **Beladung**

Auch beim Trockner ist die optimale Beladung der erste Schritt zum ressourcensparenden Verfahren. Wo Unterbeladung aus betrieblichen

Gründen unvermeidbar ist, sollten durch entsprechende Programmierung des Trockners die Nachteile minimiert werden.

### **Beheizung**

Trockner werden beheizt mit:

- Gas
- Dampf
- Thermo-Öl (Heissöl)
- Elektrisch
- Heisswasser

### **Direkt beheizte Gastrockner als optimale Lösung?**

Moderne Gastrockner sind leistungsfähiger als Dampftrockner, weil mit Gastrocknern bei Prozessbeginn und bis zur Erreichung der Verdunstungsphase höhere Zulufttemperaturen gefahren werden können. Ein moderner Gastrockner ist direkt beheizt. Das heisse Abgas des Brenners wird – mit Umluft vermischt – direkt auf die Wäsche geleitet. Dabei können sehr hohe Temperaturen von bis zu 230°C erreicht werden. Dies ergibt eine optimale Ausnützung der Energie ohne Verluste durch zentrale Wärmeerzeugung, Leitungsnetze und Heizregister.

#### *Nachteile – Gefahren – spezielle Anforderungen*

Gasbrenner sind meldepflichtig und es gibt kantonale Vorschriften für die Installation. Des Weiteren werden Sprinkleranlagen verlangt und die Brenner müssen regelmässig durch Fachpersonen kontrolliert werden. Bei den sehr hohen Temperaturen können Wäscheschädigungen durch Übertrocknung entstehen. Ein spezielles Augenmerk ist auf die unerwünschte Russbildung zu richten, weil dadurch eine schleichende Wäschevergrauung droht. Bei den neusten Geräten wird eine separate und gesteuerte Zuluftführung angeboten.

### **Trommelbewegung**

Die Wäsche soll immer locker und leicht diagonal fallen. Die Ausgestaltung der Mitnehmerrippen und die Drehzahl bestimmen den Wäschetransport in der Trommel. Da die Wäsche während des Trocknungsprozesses leichter wird, hilft eine laufend angepasste d.h. langsam steigende Trommeldrehzahl.

**Tipp:** Periodisch den richtigen Wäschefall durch das Schauglas oder bei offener Beladeklappe kontrollieren.

## Luftführung und Luftmengensteuerung

### a) Luftführung in der Trommel

Die Luftführung kann radial, axial oder kombiniert erfolgen. Ziel ist immer eine möglichst grosse Kontaktfläche zwischen Wäsche und warmer Luft. Entscheidend ist das Zusammenspiel zwischen Trommelbewegung und Luftführung. Trockner mit einer ungelochten Trommel lassen nur axialen Luftstrom zu. Die schonende Trocknung, welche mit dieser Bauart möglich wird, ist auch nach einer Nassreinigung sehr willkommen.

### b) Frischluft und Umluft

Trockner mit Umluftmöglichkeit sind bis zu 30% sparsamer als Geräte ohne Umluft. Bei Umluftbetrieb wird dem Tumbler die warme Luft wieder zugeführt. Dies spart Energie, auch wenn diese Luft schon mit Feuchtigkeit belastet ist. Optimal ist ein geregelter Umluftbetrieb in Kombination mit einer Frischluftvorwärmung durch Wärmerückgewinnung.

## Zeit

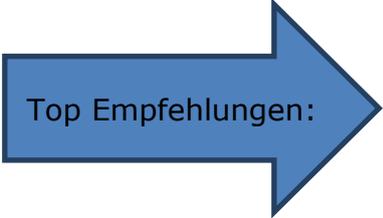
Länger trocknen als notwendig kostet Zeit, Energie und beeinträchtigt die Lebensdauer der Textilien. Die programmierten Zeiten müssen deshalb immer wieder überprüft und allenfalls angepasst werden.

## Entladen

Wenn möglich kippen statt blasen! Bei Durchladetrocknern wird das Entladen mit viel warmer Luft unterstützt. Dabei geht Energie verloren und heizt den Raum auf. Kipptrockner entladen ohne Luftunterstützung und schneller, stehen aber erst ab ca. 40kg Beladegewicht zur Verfügung.

## Wartung

Sehr wichtig sowohl für die Leistungsfähigkeit als auch für den Energieverbrauch ist die Wartung:



### Top Empfehlungen:

- Flusensiebe regelmässig reinigen
- Infrarotsensoren ebenfalls reinigen
- Trommel kontrollieren und reinigen
- Heizregister und Lüfter-Räder kontrollieren und reinigen

- Bei Hochleistungstrocknern ist eine Reinigung nach wenigen Zyklen sinnvoll. Es drängt sich deshalb eine automatische Absaugung der Flusen auf. Auch bei kleineren Tumbler ist mindestens täglich das Flusensieb zu reinigen.

- Verschmutzte Infrarotsensoren messen nicht mehr korrekt und beenden den Trocknungsvorgang zu früh oder zu spät.
- Vor allem bei Krankenhauswäsche, die erst auf der sauberen Seite sortiert wird, kann die Trommel rasch mit Plastikteilen oder anderen Materialien verklebt und verstopft werden. Eine Teflonbeschichtung auf der Trommel kann das Problem entschärfen. Andernfalls muss die Trommel regelmässig, z.B. mittels Hochdruck- oder Trockeneisreinigung wieder instand gestellt werden.
- Auch die Zu- und Abluftkanäle sollten periodisch geprüft und gereinigt werden. Druckmess-Systeme und -Protokolle helfen bei der Bestimmung des richtigen Zeitpunkts indem sie Langzeitveränderungen aufzeigen.

**Tipp:** Unbedingt einen Kontrolldeckel zum Reinschauen und/oder eine Revisionsklappe in die Zu- und Abluftkanäle einbauen lassen.

### 3.3.2 Durchladetrockner

Hauptsächlich handelt es sich hierbei um industrielle Trockner, bei denen es auf maximale Leistung ankommt (kg Wäsche pro Stunde). Die Leistung wird vorrangig durch hohe Luftumwälzung und Zulufttemperatur bestimmt. Sparsamer Energieverbrauch und Höchstleistung stehen in einem Spannungsfeld – häufig lässt sich aber trotzdem ein Kompromiss finden, der beides berücksichtigt.

#### 3.3.2.1 State of the Art – bei Neukauf zu beachten

Top Empfehlungen:

Vergleichsbasis:

- Energieverbrauch in kWh pro Liter verdampftes Wasser<sup>24</sup>

Diese wichtige Angabe sollte immer verlangt werden – am besten als garantierter Vertragsbestandteil bei der Auftragserteilung. Selbstverständlich muss dieser Wert in Relation zur verlangten Leistung gesehen werden. Taktzeit der TWA und damit Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage werden in der Praxis dem optimierten Energieverbrauch vorgehen.

#### Wie kann ein minimaler Energieverbrauch erreicht werden und wo liegt die aktuelle «Bestleistung»?

An der Branchenmesse Texcare 2012 in Frankfurt am Main (D) sprang folgende Behauptung eines Anbieters ins Auge: «The most efficient dryer – 1 kWh/l<sup>25</sup> – 15 min./cycle». Aus den Verkaufsunterlagen eines Mitbewerbers geht hervor, dass mit optimaler Ausrüstung und Programmierung der Verbrauch bis auf 1.17 kWh/l gesenkt werden könne.

Top Empfehlungen:

Kurzfristiges Ziel:

- Nicht wesentlich mehr als 1 kWh/l verbrauchen<sup>25</sup>

Mittelfristiges Ziel:

- Weniger als 1 kWh/l verbrauchen<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Kann auch in Kcal angegeben werden; 1000 Kcal = 1.163 kWh.

<sup>25</sup> Energieverbrauch pro Liter zu verdampfendes Wasser.

*Welche Massnahmen führen zu diesem Ziel?*

1. Intelligente Umluftsteuerung: Möglichst viel Luft sollte wieder in den Umluftstrom gebracht werden. Je mehr Umluft, umso geringer der Energiebedarf. Am Programmanfang kann mit 100% Umluft gefahren werden. Wenn die relative Feuchtigkeit ansteigt, wird Frischluft dazu gemischt.
2. Zwangsführung der Heissluft durch die Trommel: Die Heissluft sollte nicht an der Wäsche vorbei direkt in den Abluftstrom gelangen können.
3. Infrarotsensor zur Bestimmung des Trocknungsgrads und Abbruch des Trocknungsvorgangs bei Erreichen der gewünschten Wäschemperatur. Damit kann Übertrocknung verhindert werden und durch die optimierte Trocknungszeit ergibt sich eine Leistungssteigerung.

**Achtung:** Es wird immer wieder auf Probleme in der Praxis hingewiesen. Die Sensoren scheinen leider nicht immer so zuverlässig zu funktionieren wie erwartet. Bei unterschiedlicher Beladung und sehr unterschiedlicher Ware kann der Trocknungsvorgang im falschen Moment abgebrochen werden. Als Alternative empfiehlt sich eine Kombination aus Zeitsteuerung und gemessener Ablufttemperatur.

4. Frischluftvorwärmung durch Rückgewinnung mittels Abluftwärmetauscher. Abluft, welche wegen hohem Feuchtigkeitsgehalt nicht im Umluftbetrieb verwendet werden sollte, kann die enthaltene Wärme mittels Wärmetauscher an frische Zuluft abgeben.

**Achtung:** Bei Gasbeheizung und Rückgewinnung ist Vorsicht geboten. Es dürfen keine Abgase in den Raum austreten können. Kreuzwärmetauscher haben des Weiteren einen grossen Platzbedarf und einen hohen Reinigungsaufwand.

5. Reduktion der Gebläseleistung: Falls es die Taktzeit der TWA oder die zur Verfügung stehende Trocknerkapazität erlauben, kann durch eine verkleinerte Gebläseleistung Energie gespart werden. Der erhöhte Zeitbedarf fällt in dieser Konstellation nicht ins Gewicht.
6. Gute Isolation: Gut isolierte Gehäuse und Türen sollten die Abstrahlung in den Raum minimieren (z.B. durch Doppelverglasung).

### **3.3.2.2 Umrüstung und Nachrüstung**

#### *a) Umluftbetrieb und Temperaturmessung*

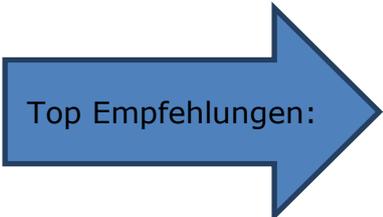
Ältere Durchlufttrockner können nicht mit vernünftigem Aufwand auf Umluftbetrieb umgerüstet werden. Hier bleiben nur programmliche Anpassungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz. Im Vordergrund steht dabei das Vermeiden von Übertrocknung durch rechtzeitigen Abbruch des Trocknens resp. Übergang in den Abkühlprozess. Dies ist in erster Linie durch Überwachung der Prozesse und Ausprobieren verbesserter Programme (Zeitdauer) möglich. Nachrüstung von Infrarottechnik oder Restfeuchtemessung ist aus Kostengründen kaum sinnvoll.

#### *b) Wärmerückgewinnung mittels Kreuzwärmetauscher*

Ein Kreuzwärmetauscher kann an Einzelmaschinen oder auch als System für mehrere Tumbler (sicher nicht ganz einfach zu realisieren) installiert werden. Gerade bei dampfbeheizten Durchlufttrocknern scheint diese Lösung prüfenswert. Es liegen allerdings keine konkreten Beispiele mit Kosten- und Amortisationsberechnungen vor.

### 3.3.3 Frontladetrockner – kleinere Trockner

Auch hier kann die Höchstleistung im Zentrum stehen, wenn kleinere Mengen von Frotteewäsche oder Lappen auf möglichst effiziente Weise zu trocknen sind. Es gibt aber auch vielfältige andere Anforderungen, wie zum Beispiel die schonende Trocknung von heikler Ware. Leider wird dieses Segment von den Anbietern industrieller Geräte eher stiefmütterlich behandelt. Nur zögerlich kommen hier verbesserte Angebote auf den Markt. In letzter Zeit häufen sich aber die Ankündigungen in Fachzeitschriften und Neuerungen scheinen nicht mehr nur für den Haushaltsbereich konzipiert.



Top Empfehlungen:

- Richtige Grösse wählen – gute Beladung
- Programmabhängige Drehzahlregelung
- Gute Isolation – wenig Abstrahlung in den Raum
- Keine Übertrocknung – sicheres Messen der Temperatur oder der Restfeuchte
- Umluftbetrieb auch für kleine Geräte
- Wärmerückgewinnung einzeln oder in Gesamtsystemen
- Alternative Heizsysteme prüfen
- Wärmepumpentechnik prüfen

- Idealerweise wird möglichst gleichartige Wäsche in optimaler Beladung getrocknet.
- Weil sich Unterbeladung trotzdem nicht immer verhindern lässt, ist eine programmabhängige Regelung der Trommeldrehung sinnvoll. Die Wäsche sollte immer gut im Luftstrom fallen und gleichmässig getrocknet werden.
- Aus Kostengründen werden kleinere Tumbler häufig kaum isoliert und haben deshalb eine starke Wärmeabstrahlung in den Raum. Eine bessere Isolation ist möglich und sollte verlangt werden. Bei grösserer Nachfrage wird die Isolation auch günstiger werden.
- Übertrocknung ist die grösste Gefahrenquelle für Beschädigung der Textilien durch Schrumpfen und häufigste Ursache von Energieverschwendung und deshalb mit Vorrang zu bekämpfen. Dabei helfen auch einfache Systeme wie Messung der Zu- und Ablufttemperatur und Auslösung der Abkühlphase bei Erreichen von vorgegebenen Werten oder Unterschreiten von programmierten Temperaturdifferenzen. Infrarotmessung ist für kleinere Geräte in der Anschaffung verhältnismässig teuer. Es kommt deshalb eher die Restfeuchtemes-

sung über den elektrischen Widerstand in Frage. Die Zuverlässigkeit der Messungen muss für unterschiedliche Beladungsmengen und nicht einheitliche Textilien noch verbessert werden.

- Umluftbetrieb ist auf jeden Fall sinnvoll, die möglicherweise leicht verlängerten Trocknungszeiten sollten hier nicht so stark ins Gewicht fallen. Für die Abkühlphase ist eine Frischluftklappe sinnvoll. Die kühle Luft wird dabei nicht über das Heizregister geführt und kühlt dieses nicht unnötig ab. Von Durchlufttrocknern ist abzuraten, auch wenn diese nach wie vor angeboten werden und aus Kostengründen attraktiv erscheinen.
- Vorhandene Geräte können an einen Frischluftwärmetauscher angeschlossen werden.
- Falls hauptsächlich aufgeschüttelt oder angetrocknet wird und deshalb ein nicht so hoher Wärmebedarf besteht, können alternative Heizsysteme geprüft werden. In Frage kommen das Kondensat aus dem Dampfkreislauf oder Heisswasser aus Abwärmenutzung. Für die Heisswassernutzung wird ein spezielles Heizregister eingesetzt. Die Wassertemperatur kann bis 90°C betragen. Da bei solchen Systemen mit reduzierten Temperaturen gearbeitet wird, ist auch die Gefahr von Wäschebeschädigungen geringer. Die Trockenzeiten werden entsprechend länger.
- Aus dem Haushaltsbereich kommt die Wärmepumpentechnologie für Wäschetrockner. Der Energieaufwand ist im Vergleich kleiner. Zusätzlicher Vorteil ist der Wegfall von Abluftleitungen. Die Vorteile werden aber wegen des geringen Luftdurchsatzes und der tieferen Temperaturen mit wesentlich längeren Prozesszeiten erkauft.

## 3.4 MANGELN

Nach dem mechanischen Entwässerungsprozess durch die Presse/Zentrifuge muss die verbliebene Restfeuchte verdampft werden. Im Trockner wird die Wäsche aufgelockert oder angetrocknet. Danach wird die Flachwäsche auf der Mangel bearbeitet. Dies kann in Verbindung mit Eingabe- und Faltmaschinen automatisiert stattfinden. Zu den Funktionsprinzipien und Varianten im Aufbau von Mangelstrassen (wie auch zu Ursachen und Abhilfe im Zusammenhang mit Mangelproblemen) finden sich viele Informationen im internen Bereich von [www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch).

### 3.4.1 Ressourcenoptimierung

Hier sollen die für den Energieverbrauch relevanten Parameter im Vordergrund stehen. Entscheidend für den Energieverbrauch pro kg Wäsche sind die Belegung/Auslastung der Mangel, die Restfeuchtigkeit der Wäsche und die Summe des Energieverbrauchs, welcher nicht für die Verdampfung des Wassers eingesetzt wird (Verluste). Aus Messungen wissen wir, dass moderne Mangeln (dampf- oder gasbeheizte Heizbandtechnologie) bei optimaler Betriebsweise je nach Wäschegut 0.5 – 0.7 kWh/kg Trockenwäsche brauchen. Ältere Modelle mit Strömungs- oder Kaskadenmulden können bis 1.25 kWh benötigen.

Top Empfehlungen:

- Belegung/Auslastung verbessern
- Restfeuchte optimieren
- Anpressdruck kontrollieren
- Abstrahlung verkleinern = Leitungen und Gehäuse isolieren und Betriebstemperatur senken
- Absaugung richtig einstellen

#### **Belegung/Auslastung verbessern**

Die Eingabe sollte möglichst Stück an Stück auf allen Bahnen und unter Ausnützung der gesamten Arbeitsbreite erfolgen. Die Mangel-Geschwindigkeit ergibt sich dann aus der maximalen Leistung von Personal und Technik auf der Eingabeseite. Oft wird sich zeigen, dass nicht die theoretisch maximale Geschwindigkeit der Mangel gefahren werden kann. Reduzierte Geschwindigkeit bei voller Belegung kann einen gleich hohen Output ergeben. Es wird Energie gespart und das Mangel Tuch wird geschont.

**Tipp:** Stand-by-Betrieb vermeiden! Mangel in den Pausen nicht durchlaufen lassen sondern stoppen und sogar ausschalten. Noch besser wäre es, die Mangel konstant durchlaufen zu lassen (wechselnde Personalequipen) und dafür früher auszuschalten. Eine 2-Roller-Mangel (3 Meter) verbraucht im Leerlauf eine Leistung von 60 kW Wärme (Abstrahlung und Mangelabluft). Zum Vergleich: bei maximalem Durchlauf werden 360 kW verbraucht.

### **Restfeuchte optimieren**

Die Restfeuchte sollte auf die verschiedenen Artikel optimal abgestimmt sein. Als Richtwert für Leintücher aus Baumwolle gelten 45% Restfeuchte vor dem Mangeln.

**Vorsicht:** Zu tiefe Restfeuchtigkeit kann Probleme beim Mangeln verursachen.

Die gewünschte (gleichmässige) Restfeuchte kann mit folgenden Massnahmen erreicht werden:

- höhere Wassertemperaturen beim Spülen
- mehr Pressdruck oder höhere Schleuderdrehzahl in der Zentrifuge
- längere Zeitdauer beim Entwässern
- optimales Antrocknen im Tumbler

*Bei 55% Restfeuchtigkeit braucht die Verdampfung des Wassers 0.38 kWh/kg Wäsche, bei 45% sind es nur 0.31 kWh. Rasche Weiterverarbeitung verhindert das Austrocknen und damit eine unregelmässige Restfeuchte der Wäscheteile*

### **Anpressdruck kontrollieren**

Der Anpressdruck ist dem Textil entsprechend anzupassen. Zu tiefer Anpressdruck ergibt eine verschlechterte Energieeffizienz, da nicht der maximal mögliche Energieübertrag in die Wäsche genutzt wird. Zu hoher Anpressdruck führt zu Wäscheschäden.

### **Abstrahlung verkleinern**

#### *a) Leitungen und Gehäuse isolieren*

Das ganze Gehäuse, inklusive Abdeckung der Walze(n), sollte gut isoliert sein. Dies gilt auch für alle internen wärmeleitenden Leitungen.

**Tipp:** Diese Massnahmen können gut als Nachrüstung durchgeführt werden. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis muss geprüft werden. Willkommene Nebenwirkung ist eine reduzierte Raumtemperatur.

#### *b) Dampfdruck resp. Betriebstemperatur senken*

Wie schon im allgemeinen Teil besprochen, gilt auch hier: Weniger Dampfdruck = weniger Temperatur = weniger Abstrahlungsverluste. Ein energetisch optimales und auch qualitativ hochstehendes Ergebnis kann mit artikelbezogen angepasster Temperatur und einem guten Belegungsgrad erreicht werden.

#### **Absaugung optimieren/regulieren**

Der Wasserdampf wird durch das Walzeninnere abgesaugt und weggeführt. Zu schwache Absaugung lässt den Mangelfilz feucht werden und verschlechtert die Trocknung. Zu starke Absaugung führt zu unerwünschter Wärmeabfuhr. Die richtige Einstellung ist also sehr wichtig und sollte regelmässig geprüft und allenfalls angepasst werden (mit zunehmendem Alter nimmt die Durchlässigkeit des Mangeltextils ab).

- Gewünscht wäre eine variable, individuell für jede Walze gesteuerte Absaugung.
- In der Walze sollte immer Unterdruck herrschen, unabhängig davon, ob gerade ein Wäschestück durchläuft.
- Die Messung und Steuerung ist nicht ganz einfach, die Hersteller arbeiten an diesem Problem. Die Lösung ist auch wichtig für die Verwendung der abgesaugten Luft im Wärmetauscher (damit dort die richtigen Strömungsverhältnisse herrschen).

#### **Mangelwachs**

Korrektes Wachsen kann entscheidend für die Bügelqualität der Wäsche sein. Zuviel eingesetztes Wachs ist eine Ressourcenverschleuderung und belastet das Abluft- und evtl. das WRG-System. Vgl. zu diesem Thema auch die Ausführungen unter [2.6.2.4](#).

**Achtung:** Die verschiedenen Muldentypen (Material und Bauart) haben unterschiedliche Wachstypenforderungen, deshalb immer den Hersteller fragen.

### **3.4.2 Bei Neukauf beachten**

Oft sind bei Gasmangeln Antriebsmotoren und Umwälzpumpen für das Thermoöl sehr grosszügig dimensioniert. Deshalb bei der Offerteinholung Angaben zu Leistung und Stromverbrauch verlangen und die Daten aus den verschiedenen Angeboten vergleichen. Es ist unwahrscheinlich, dass zu schwach dimensionierte Antriebe offeriert werden.

### 3.4.3 Abwärmenutzung

**Aus der Praxis:** In der Wäsche-Perle AG, Interlaken, wurden an zwei gasbeheizten Mangelstrassen unterschiedliche Abwärmenutzungssysteme installiert. Es handelt sich dabei um Rohr-in-Rohr-Wärmetauscher der Firma BMS-Energietechnik AG, Wilderswil.

- *Mangel 1: Die in der Mangelabluft enthaltene Wärme wird durch Kondensation zurückgewonnen und auf das Waschwasser übertragen. Dieses kann damit von 50°C auf etwa 60-70°C erwärmt werden. Bei Zufuhr von kaltem Wasser wäre ein besserer Wirkungsgrad erreichbar. Die hier gewählte hohe Temperatur ist prozessbedingt und hat Vorteile in Bezug auf allfällige Schwierigkeiten wegen der in der Mangelabluft enthaltenen Verunreinigungen wie Flusen und Wachsreste. Nach Angaben der Betreiber zeigen sich bei dieser Anlage keine Probleme und der Reinigungsaufwand ist gering.*
- *Mangel 2: Hier wird die Brennerabluft gekühlt. Die Wärmeübertragung findet ohne Kondensation statt. Auch hier wird die Waschflotte erwärmt (im konkreten Fall Wasser zum Klarwaschen; es könnte aber auch Spülwasser oder Wasser zum Vorwaschen aufgeheizt werden).*

*Beide Anlagen arbeiten in direkter Verbindung zu den beiden Waschstrassen (je eine AWN heizt das Wasser einer Waschstrasse) was immer gleichzeitigen Betrieb erfordert.*

**Fazit:** Mangelabluft eignet sich vor allem bei sehr guter Mangelauslastung und damit regelmässigem Anfall von feuchter Abluft für die Rückgewinnung der kondensierten Wärme. Diese gewünschten Faktoren finden sich meist bei Grossteilmangeln. Beispiel 1 (Mangel 1) ist vorzuziehen (vgl. auch [2.3.7.2.3](#)).

Eine weitere Möglichkeit wäre die Verbindung der beiden Abwärmequellen. In einer geeigneten Anordnung könnten nacheinander die kondensierte Wärme aus der Mangelabluft und die Wärme aus den Brennerabgasen genutzt und dadurch mehr Wasser erwärmt werden.

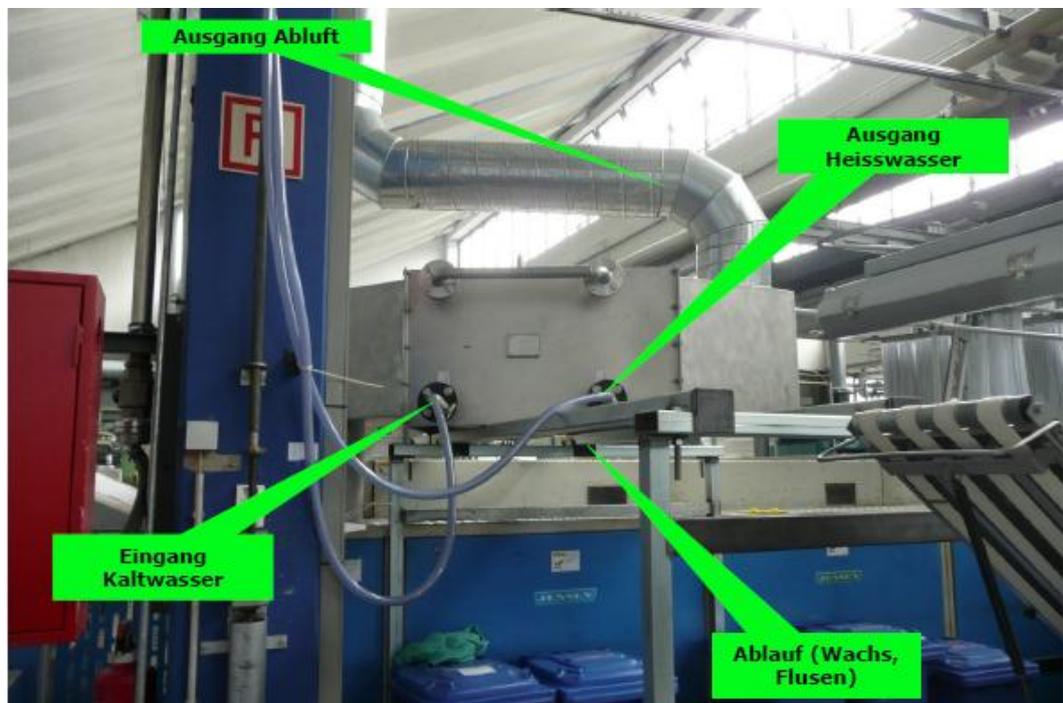
Das obige Praxisbeispiel zeigt auf, wie wichtig die Koordination der Energieströme des Betriebes ist. Es ist genau zu bilanzieren, wo die Energie untergebracht werden kann. Wichtige Fragestellungen dabei:

- Wird das Frischwasser insgesamt für den Waschprozess zu warm?
- Sind bereits andere Wärmetauscher vorhanden? Eventuell sinkt dann deren Effektivität.

- Kann die Abwärme genutzt werden, ohne dass andere bereits verwendete Energieströme (z.B. Entspannungsdampf) ungenutzt entweichen oder ihre Effektivität verlieren?

### Installation und Kosten eines Mangelabluftwärmetauschers

Der nachträgliche Einbau eines Mangelabluftwärmetauschers kann von spezialisierten Anbietern oder den Chemie- und Maschinenlieferanten geplant und ausgeführt werden. Je nach Anbieter, Modell und baulichen Gegebenheiten betragen die Kosten eines Abluftwärmetauschers zwischen CHF 15'000.- und CHF 80'000.- und der ROI kann entsprechend variieren.

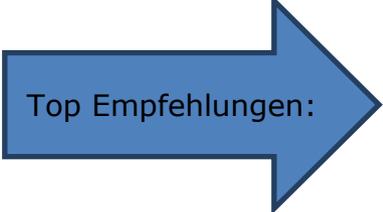


Mangelabluftwärmetauscher in der Wäsche-Perle AG, Interlaken.  
Bild: BMS-Energietechnik AG, Wilderswil.

**Die Klimastiftung Schweiz:** Das vorgestellte Projekt wurden von der Klimastiftung Schweiz mitfinanziert und damit der ROI wesentlich verbessert. Die Klimastiftung Schweiz unterstützt verschiedenste Massnahmen, um im Betrieb Strom zu sparen und/oder den Verbrauch an fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Informationen über die Stiftung und zum konkreten Vorgehen bei der Beantragung eines finanziellen Beitrags finden sich auf der Website [www.klimastiftung.ch](http://www.klimastiftung.ch). Nächstes Projekt bei der Wäsche-Perle AG ist eine Abwasserwärmenutzung. Auch dafür soll ein Beitrag der Klimastiftung beantragt werden.

## 3.5 INDUSTRIELLES FINISHEN

### 3.5.1 *Tunnelfinisher*



Top Empfehlungen:

- Der Vorprozess (Waschen und Entwässern) ist entscheidend für den Energiebedarf im Tunnelfinisher – nicht zu trockene und zerknitterte Ware einbringen
- Sprühdampfeinsatz minimieren oder am besten ganz eliminieren
- Wenn möglich, nicht mit gemischter Wäsche fahren und sich dabei nach der schlechtesten Ware richten
- Kurze, gerade und saubere Abluftkanäle sparen Energie

#### **Vorprozess**

Das Waschen und Entwässern ist entscheidend für den Dampfverbrauch im Tunnelfinisher. Ein sorgfältiges Cool-down und kurzes, intensives Schleudern in der WSM oder Taktzentrifuge führen zu besten Ergebnissen. Sofortiges Aufbügeln ist besser als die Wäsche liegen zu lassen.

#### **Sprühdampf**

Der Sprühdampfeinsatz kann bei optimaler Vorbehandlung reduziert werden. Dabei ist unbedingt nach Artikel resp. Programm zu differenzieren. Es ist nicht wirtschaftlich, die Ware gemischt durchlaufen zu lassen und immer die höchste Sprühdampfdosierung zu programmieren. Aus energetischer Sicht am besten ist ein Betrieb ohne Sprühdampf. Einerseits fällt damit die Notwendigkeit eines Dampfanschlusses weg, was auf dem Weg zur grünen Wäscherei (Kapitel [2.1.7](#)) hilft. Andererseits wird direkt Energie gespart, wenn dank kluger Luftführung und Steuerung der gewünschte Warenausfall ohne Sprühdampf erreicht werden kann.

#### **Abluft**

Verunreinigungen in Abluftkanälen und wegen Verschmutzung nicht mehr voll leistungsfähige Lüfter verschlechtern die Leistung des Finishers. Möglichst kurze und gerade Abluftleitungen mit guten Reinigungsmöglichkeiten sind erwünscht. Der vorgegebene Unterdruck in der Abluftleitung sollte regelmässig kontrolliert werden.

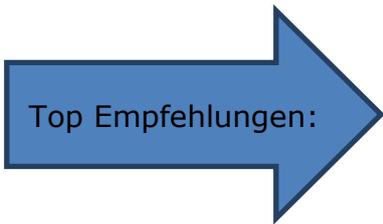
## Temperatur und Geschwindigkeit

Die Temperatur ist entsprechend dem Textil zu wählen. Wenn die Kapazität es erlaubt, ist vorzugsweise mit tiefer Temperatur und längeren Taktzeiten zu fahren. Dies spart Energie und schont die Wäsche. Die Geschwindigkeit ist dem jeweiligen Textil entsprechend anzupassen. Zu tiefe Geschwindigkeit übertrocknet die Wäsche und verschlechtert die Energieeffizienz (und die Produktivität). Zu hohe Geschwindigkeit trocknet die Wäsche zu wenig und ergibt zu grosse Abstände zwischen den einzelnen Wäschestücken, was wiederum eine schlechte Energieeffizienz ergibt.

## Rückgewinnung

Die meisten am Markt erhältlichen Maschinen verfügen bereits über eine maschineninterne Wärmerückgewinnung, bei welcher die warme und relativ trockene Luft am Ende der Maschine wieder verwendet wird. Sei es mittels Gegenstrom-Prinzip oder mittels Einspeisung der Luft im Eingangsbereich. Zusätzlich kann die energieintensive Abluft mittels Wärmetauscher genutzt werden. Hier ist, wie auch bei der Mangel, zu beachten, dass die Abluft mit Chemierückständen belastet ist. Flusen, Reste von Waschchemie, Appretur, Weichspüler usw. können zum Verkleben der Tauscheroberflächen und Korrosion führen. Aus diesen Gründen und auch wegen Platzbedarf und Reinigungsaufwand ist umstritten, ob WRG oder AWN beim Tunnelfinisher empfehlenswert sind. Ganz sicher steht diese Investition auf der Prioritätenliste nicht weit oben.

## Bei Neukauf beachten

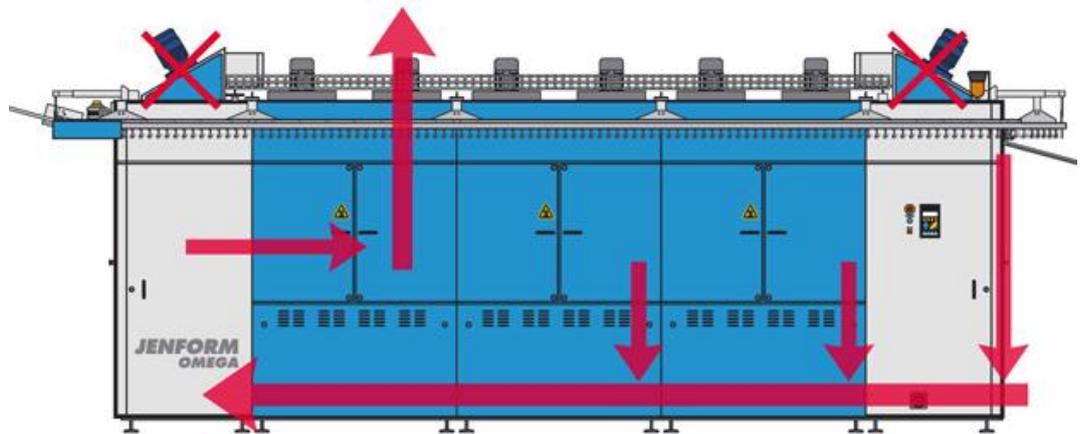


Top Empfehlungen:

Option «Gas» prüfen

- Spezifischen Dampfverbrauch pro kg zu verdampfendes Wasser vergleichen
- Stromverbrauch vergleichen

Ein- und Auslaufkammern mit Wärmetauscherfunktion und intelligenter Gegenstrom mit optimierter Luftführung zwecks maximaler Glättung sind Standard. Eine möglichst flexible SPS-Steuerung ist hilfreich; für das Bedienpersonal soll die Programmwahl einfach bleiben. Bei leichten Formteilen aus dem Krankenhausbereich kann evtl. auf eine Heizquelle verzichtet werden, wenn die letzten Kammern nicht voneinander abgetrennt werden. Für schwere Arbeitsbekleidung aus dem Industriebereich dagegen ist die volle Ausrüstung erforderlich. Gute Isolation und Reinigungsmöglichkeiten sind zwingend.



*Energetisch optimierter gasbeheizter Tunnelfinisher. Grafik: Jensen Group.*

### **Der energetisch optimierte gasbeheizte Tunnelfinisher**

- Jede Trockenzone ist mit einem individuell kontrollierbaren Gasbrenner ausgestattet, welcher die zirkulierende Luft aufwärmt.
- Parameter für Temperatur Frischluft und Temperatur Abluft können individuell eingestellt werden.
- Energierückgewinnung durch die Luftrückführung aus den Trocken-zonen und der Auslaufzone zurück in die Einlaufzone, um eingehende Textilien zu erwärmen.

### **Nachrüstung**

Isolation der Leitungen inkl. Abluftleitung kann nachgerüstet werden. Nachrüstungen bei Antrieb, Steuerung, Sprühdampf und Heizung sind wegen hohen technischen Aufwands sehr teuer und deshalb nicht sinnvoll.

### **3.5.2 Taktfinisher**

Taktfinisher sind nicht kontinuierliche, sondern portionenweise beschickte Finisher. Die beim Tunnelfinisher (Kapitel [3.5.1](#)) gemachten Aussagen können weitestgehend übernommen werden.

## 4 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG

Hier werden die spezifisch in der Textilreinigung verwendeten Maschinen, Verfahren und Prozesse beleuchtet. Grundsätzliche Bemerkungen, die sowohl für Textilreinigungen als auch für Wäschereien gelten, sind in Kapitel [2](#) festgehalten.

### 4.1 PROZESSWÄRME

Prozesswärme kann entweder zentral hergestellt und über ein Netz verteilt werden oder jedes Gerät wird einzeln beheizt.

#### 4.1.1 Zentrale Dampferzeugung

In Textilreinigungen (wie auch in kleineren Wäschereien) kommen vor allem Generatoren, d.h. sogenannte Schnelldampferzeuger, zur Anwendung. Es stehen verschiedene Bauarten zur Auswahl und die Energieeffizienz dieser Geräte wird durch die Hersteller ständig verbessert. Economiser («ECO 1») sind gesetzlich vorgeschrieben, mit «ECO 2» laufen bereits erste Experimente in der Praxis. Durch verbesserte Strömungsführung und gute Isolation wird der Wirkungsgrad immer besser. Allgemeine Informationen zur Dampferzeugung finden sich in Kapitel [2.3](#).

Top Empfehlungen:

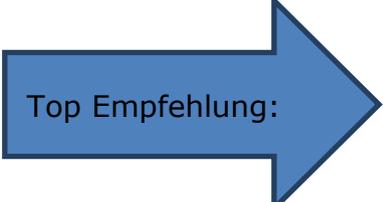
- Wasserhärte regelmässig prüfen
  - Speisewassergefäss kann ein Energiefresser sein
- Ziele:
- Kein unnötiger Wasserverbrauch
  - Brügendampf vermeiden

Generatoren sind sehr empfindlich in Bezug auf die Qualität des Kessel Speisewassers. Kalkablagerungen führen schnell zu Leistungseinbussen und auch rasch zu ernsthaften Problemen. Neben dem erhöhten Energieverbrauch drohen dann auch Betriebsunterbrüche und beim Absäuren werden Kesselkörper und Leitungen geschwächt. Es lohnt sich deshalb, die Wasserhärte regelmässig (am besten täglich) zu prüfen und zu protokollieren.

Dem Speisewassermanagement ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Einerseits möchte man eine möglichst hohe Temperatur im Speisewassergefäss haben, damit im Kessel nicht eine hohe Temperaturdifferenz zu überwinden ist. Andererseits entsteht Brüddampf, wenn die Temperatur zu hoch ist (siehe auch Kapitel [2.3.2.4](#)).

Den Hauptanteil des Kesselspeisewassers bildet das zurückgeführte Kondensat. Zur Sicherstellung eines genügenden Vorrats wird niveaugesteuert Frischwasser nachgespiesen. Dieses wird mit Chemikalien versetzt, um die gewünschte Speisewasserqualität zu garantieren. Das Frischwasser kann via Wärmetauscher vorgewärmt werden. Als Wärmequelle kommt das Rauchgas des Kessels oder sogar die Wärme aus dem Abschlammgefäss in Frage.

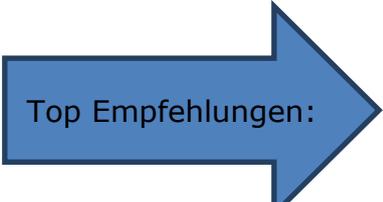
Wenn viel Kondensat anfällt (wenig Direktampfverbrauch) oder gar Kondensatableiter defekt sind, steigt die Temperatur schnell in unerwünschte Höhen und der entstehende Brüddampf wird über Dach abgeführt.



Top Empfehlung:

- Eine gute Speisewasserpumpe kann sich lohnen, die Investition amortisiert sich rasch

Speisewasserpumpen können bei allzu heissem Wasser Funktionsstörungen aufweisen. Wegen Kavitation wird dann nicht mehr genügend Wasser in den Kessel gepumpt. Ältere Pumpen können schon bei Wassertemperaturen von ca. 60°C Probleme bereiten. In solchen Fällen wird dann oft – über einen Thermostat gesteuert – mittels Frischwasserzufuhr der Speisewasservorrat abgekühlt. Weil das Volumen beschränkt ist, wird via Überlauf nicht benötigtes Speisewasser in die Kanalisation geleitet. Dabei gehen sowohl kostbares, aufbereitetes Wasser als auch Wärme verloren. Neuere Pumpen meistern höhere Temperaturen und die teure Abkühlung kann reduziert oder sogar eliminiert werden.



Top Empfehlungen:

- Regelmässig Wasserverbrauch des Dampferzeugers kontrollieren; der Einbau eines separaten Wasserzählers lohnt sich
- Bei auffälligen Veränderungen sofort handeln

Der Verbrauch sollte täglich oder wöchentlich festgestellt und zum Langzeitvergleich dokumentiert werden. Bei starken Veränderungen ist unbedingt nach den Ursachen zu forschen.

#### **4.1.1.1 Öl- oder gasbefeuerte Dampferzeuger**

Hier kann auf die Aussagen in den Kapiteln [2.3.1](#) bis [2.3.5](#) verwiesen werden. Gerade auch bei Kleindampferzeugern hat der modulierende Brenner grosse Vorteile. Modulierende Ölbrenner stehen ab einer Leistung von etwa 300 kW zur Verfügung, modulierende Gasbrenner dagegen gibt es schon ab 200 kW Leistung und es kann bis auf 20% der Leistung runtermoduliert werden. Dank diesem breiteren Regelbereich kann das energieintensive Aus- und Wiedereinschalten mit einem modulierenden Gasbrenner auf ein Minimum begrenzt werden.

#### **4.1.1.2 Elektrisch beheizte Dampferzeuger**

Hier gilt als wesentlicher Vorteil, dass kein Kamin benötigt wird. Wesentlich höhere Kosten in Betrieb und Unterhalt müssen in Kauf genommen werden.

Top Empfehlungen:

- Geschlossenes System prüfen
- Natürlicher Rücklauf durch Schwerkraft, oder
- Kondensatrücktransport durch Kondensatpumpe(n)

Wenn möglich, sollte ein Elektrodampfkessel mit einem geschlossenen System kombiniert werden (Details und Probleme siehe nachfolgend Kapitel [4.1.1.3](#)). Offene Systeme mit einem Speisewassergefäss sind teurer und bergen, wie oben beschrieben, die Gefahr eines wesentlich höheren Energieverbrauchs.

**Tipp:** Eine Thyristor-Steuerung erlaubt eine stufenweise Regelung und verhindert das abrupte und kurzfristige Ein- und Ausschalten. Leider sind solche Steuerungen für kleine Anlagen (noch) sehr teuer.

### 4.1.1.3 Prozesswärmeverteilung bei zentraler Installation

Top Empfehlungen:

- Netz optimieren – isolieren – kontrollieren (vgl. Kapitel [2.3.3](#))
- Zum Isolieren auch flexible Manschetten prüfen



Eine interessante Neugigkeit, die noch genauer zu prüfen ist: Nachträgliche Isolierung von flexiblen Anschlüssen mittels Isoliermanschette, welche mit Klettverschluss befestigt werden kann.

*Flexible Isoliermanschette.  
Foto: WöschChorb Wallisellen.*

Top Empfehlungen:

- Jedes Gerät muss einzeln vom Netz getrennt werden können
- Gerät konsequent abschalten!

Wenn diese Punkte konsequent eingehalten werden, ist die Einrichtung einer zentralen Prozesswärmeerzeugung günstiger als die dezentrale Beheizung. Folgende Varianten stehen zur Wahl:

#### a) Dampfinstallation als geschlossenes System

Top Empfehlung:

- Dampfinstallation als geschlossenes System hat ein grosses Sparpotential – leider ist es nicht problemlos realisierbar

Geschlossene Systeme haben ein grosses Sparpotential, z.B. weil kein Speisewassergefäss notwendig ist. Die Installation ist aber nicht ganz problemlos, vor allem wenn mehrere Geräte angeschlossen werden sollen. So muss strikt darauf geachtet werden, dass eine gute Entlüftung gegeben ist. Wenn zur Zirkulation die Schwerkraft genutzt werden soll, muss jedes Heizregister höher stehen als der Wasserstand im Dampf-

kessel. Für einzelne, speziell auf diese Installation ausgerichtete Maschinen ist das machbar, sogar wenn der Dampferzeuger nicht im Keller untergebracht ist. Die Zirkulation ist durch die Schwerkraft garantiert, ein Rückfluss wird mit Rückschlagklappen verhindert.

Ein geschlossenes System kann auch mit Kondensatpumpen erstellt werden, wenn der Rücktransport mittels Schwerkraft nicht möglich ist. Das Kondensat wird in ein Gefäss geleitet und von dort mittels Druckluft direkt zurück in den Dampferzeuger befördert.

#### *b) Installation mit Kondensatableitern*

Hier gelten die bereits im Kapitel [2.3.3](#) gemachten Aussagen. Die Kondensatableiter müssen regelmässig geprüft und allenfalls ersetzt werden. Dies kann selber erledigt werden (abhören/Temperatur messen) oder man kann die Prüfung von Fachleuten vornehmen lassen.

**Tip:** Sprechen Sie Ihren Lieferanten von Kondensatableitern auf eine kostenlose und regelmässige Prüfung an.

#### *c) Alternative zu Kondensatableitern*

In der Konfektionsindustrie ist seit langem ein System mit Magnetventilen und Fühlern anstelle von Kondensatableitern verbreitet. Die Ventile werden nach einer Staustrecke montiert. So kann verhindert werden, dass Dampf in die Kondensatableitung gerät. Die Firma VEIT GmbH, Landsberg/Lech (D), hat auf der Branchenmesse Texcare 2012 ein solches System für einen Hemdenfinisher präsentiert und als Teil eines Energiesparprogramms vorgestellt.

## 4.1.2 Dezentrale Energieversorgung

### *Vorteile:*

Es braucht keine Ringleitung für die Kondensatrückführung und es gibt keine Probleme mit Kondensatableitern und Undichtigkeiten. Nicht benötigte Geräte können einfach und schnell ausgeschaltet werden. Weil das Ausschalten einfacher ist, wird das Gerät wohl eher ausgeschaltet, als wenn Dampf- und Kondensatventil geschlossen und der Strom ausgeschaltet werden muss.

### *Nachteile:*

Der Preis für Maschinen mit integriertem Dampfkessel (elektrische Dampferzeuger) ist relativ hoch. Zudem sind die Kosten für die elektrische Energie um ein Vielfaches höher als bei der Verwendung von Öl oder Gas.

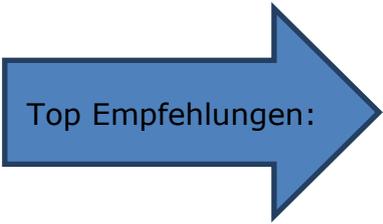
### *Vorsicht:*

Hartwasser führt zu Verkalkungen an Heizstäben, Heizregistern und am Dampfkessel. Der Energieverbrauch steigt mit zunehmender Verkalkung. Vollständig enthärtetes Weichwasser kann wegen seiner Aggressivität Schäden an Leitungen und Kleinkesseln (Buntmetalle!) verursachen. Es empfiehlt sich daher eine Aufhärtung auf etwa 3° dH mittels Verschneideventil. Es ist aber auch möglich, mit 0° dH zu fahren und das Wasser chemisch zu behandeln («impfen»).

## 4.2 REINIGEN MIT LÖSEMITTELN

Sowohl die Maschinenteknik als vor allem auch die Wahl des Lösemittels und der Verfahren beeinflussen den Ressourcenverbrauch.

### 4.2.1 Maschinenteknik



Top Empfehlungen:

- Optimales Schleudern durch testen ermitteln
- Heizleistung steuern – nicht immer volle Leistung
- Optimierte Luftführung = Ersparnis beim Erzeugen des Luftstroms

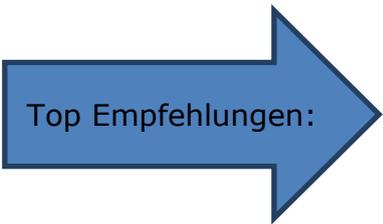
Optimales Schleudern ist auch in der Reinigungsmaschine wichtig. Der Energiebedarf beim Trocknen ist höher als derjenige beim Schleudern. Beim Neukauf sollte deshalb auf gute Schleuderleistung geachtet werden.

Auch bestehende Maschinen können optimiert werden. Folgende Möglichkeiten sollten ausprobiert und die Trockenzeiten verglichen werden:

- höhere Drehzahl (auf älteren Maschinen evtl. nicht möglich)
- längeres Schleudern
- 2 x nacheinander Schleudern

Neue Maschinen berücksichtigen den Energieverbrauch bei der Konstruktion und Steuerung. Weniger Ecken und Kanten in den Luftkanälen vermeiden Reibungsverluste. Die Heizung kann nach dem Aufheizen in der Leistung reduziert werden.

### 4.2.2 Lösemittel und Verfahren



Top Empfehlungen:

- Entscheidend ist immer das Gesamtpaket
- Energie sparen und dafür Mehrarbeit in der Vor- und/oder Nachdetachur in Kauf nehmen ist per Saldo nicht effizient

### a) Vorbemerkung

Die Wahl des Lösemittels und der angewendeten Verfahren richtet sich in der Praxis sicher nicht in erster Linie nach dem Kriterium des Energieverbrauchs. Reinigungswirkung, Arbeitseffizienz und gesellschaftliche Akzeptanz dürften neben persönlichen Vorlieben wichtigere Entscheidungskriterien sein. Ob man bereit ist, Einschränkungen bei den Bearbeitungsmöglichkeiten und mögliche Probleme (bspw. Verfärbungen, Geruch) in Kauf zu nehmen, um mit einem speziellen Verfahren günstiger und energieeffizienter zu arbeiten, ist eine geschäftspolitische Entscheidung. Dazu sollen hier keine Empfehlungen gegeben werden.

Top Empfehlungen:

- Wahl des Lösemittels ist hinsichtlich des Energieverbrauchs nicht das entscheidendste Kriterium
- Verfahren überprüfen – hier liegt das grösste Sparpotential
- Rückläuferanteil im Auge behalten – wiederholte Bearbeitung kostet Energie und Geld
- Verfahren ohne Destillation senken den Energieverbrauch massiv – aber um welchen Preis?

### b) Lösemittel

Die verschiedenen Lösemittel haben einen unterschiedlichen Energieverbrauch beim Trocknen und Destillieren. Die Unterschiede sind nicht so gross, dass aus energietechnischer Sicht eine Empfehlung abgegeben werden kann. Nicht näher eingegangen wird des Weiteren auf die Reinigung mit CO<sub>2</sub>. Für diese Technik, die theoretisch grosse Energieeinsparungen verspricht, liegen noch zu wenig gesicherte Erkenntnisse vor.

### c) Verfahren

Verfahren ohne Destillation haben einen deutlich reduzierten Energiebedarf. Um das Lösemittel dabei in gutem Zustand zu halten, wird oft auf die Bearbeitung von gewissen Artikeln verzichtet. Ob ohne Zugabe von Reinigungsverstärkern eine genügende Schmutzentfernung resp. Reinigungswirkung erzielt werden kann, wird unterschiedlich beurteilt. Dasselbe gilt auch für Sprühverfahren mit verschiedenen Lösemitteln.

**Tipp:** Kombiverfahren prüfen! Lediglich die hellen Chargen werden 2-badig gefahren, dabei geht das erste Bad in die Destillation. Dunkle Chargen werden 1-badig gefahren und es wird nur einmal am Tag (oder spätestens nach ca. 20 Chargen) destilliert.

## 4.3 NASSREINIGUNG UND TROCKNEN

Aufgrund der niedrigen Waschttemperaturen von max. 30°C ist der Energiebedarf des Nassreinigungsverfahrens gering. Die Waschttemperaturen kann bei Verwendung des Kühlwassers aus Reinigungsmaschinen weitgehend ohne Aufheizen erreicht werden (vgl. Kapitel 4.5). Beim Trocknen und Bügeln der Ware wird mehr Energie verbraucht.

Top Empfehlungen:

- Kühlwasser der Reinigungsmaschine zurückgewinnen und für Nassreinigung einsetzen
- Maschine gut beladen
- kurz und hochtourig schleudern
- Wenn möglich, Ware an der Luft trocknen

### Nassreinigung

Nassreinigung basiert auf geringer Waschmechanik und speziell entwickelten Chemikalien (wenig Alkalität und Faserschutz). Die geringe Mechanik kann auf zwei Arten realisiert werden: entweder durch hohen Wasserstand (Verfahren 1, vgl. Tabelle) oder durch nur schaukelnde Trommelbewegung und verkürzte Waschzeiten (Verfahren 2).

Verfahren 1: Hohes Niveau	Verfahren 2: Niedriges Niveau
Füllverhältnis 1:25 1xWaschbad; <b>1:8</b> ; max. 30°C • kleineres Schadensrisiko durch geringere Mechanik  1xSpülen (evtl. inkl. Ausrüsten 1:5); <b>1:8</b> (bei Bedarf 1xAusrüstbad; 1:5)  Schleudern, maximale Tourenzahl, ca. 5 min	Füllverhältnis 1:25 1xWaschbad; <b>1:2*</b> ; max. 30°C • höhere Mechanik - geringerer Chemikalieneinsatz - höhere Konzentration - verkürzte Waschzeiten  1xSpülen (evtl. inkl. Ausrüsten; 1:2); <b>1:3.5</b> (bei Bedarf 1xAusrüstbad; 1:2)  Schleudern, maximale Tourenzahl, ca. 5 min

*\*Vorsicht bei Dosieranlagen: Wenn mit Wasser nachgespült wird, verändert sich das Niveau. Besser zuerst dosieren und dann Wasserniveau ergänzen.*

Das Verfahren 2 braucht weniger Wasser, Chemie und Zeit – die Gefahren bezüglich Eingehen und Verfilzen werden kontrovers beurteilt.

Durch hoctouriges Schleudern kann eine maximale Entwässerung realisiert werden, ohne dass eine gefährliche mechanische Einwirkung auf das Textil entsteht. Die dadurch erreichte minimierte Restfeuchte hat einen entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch der Folgeprozesse.

**Vorsicht:** Knitterbildung wegen intensivem Schleudern kann das Bügeln erschweren!

### **Trocknen**

Das Trocknen lassen an der Luft (evtl. sogar im warmen Kesselhaus – Vorsicht wegen Geruch!) ist die schonendste und energiesparendste Lösung. Diese braucht aber viel Zeit und der Bügelaufwand kann gross sein. Schneller geht es, wenn die Ware im Tumbler mit Raumluft (ohne Heizung!) «belüftet» wird.

Das Trocknen im Tumbler darf auf keinen Fall zur Übertrocknung führen. Dies nicht nur aufgrund sinnlosen Energieverbrauchs, sondern vor allem wegen der möglichen Schrumpfung oder anderen Schäden.

Tumbler mit Restfeuchtesteuerung können sinnvoll sein – es fehlt jedoch an grossflächigen Praxiserfahrungen in Textilreinigungen und es wird immer wieder über Probleme berichtet. Zudem sind diese Steuerungen noch relativ teuer. Die Entwicklungen müssen aufmerksam beobachtet werden.

**Tipp:** 6 bis 8 Minuten trocknen sollten ausreichen – danach drohen Schäden am Textil.

In Kapitel [3.3.3](#) finden sich weitere Informationen zu kleinen Tumbler.

### **Nassreinigung oder Lösemittelverfahren?**

Dieser Entscheid wird nicht aufgrund des Energieverbrauchs gefällt. Immerhin ist zu beachten, dass der Aufwand für Finisharbeiten bei vorgeschalteter Nassreinigung etwa dreimal höher ist.

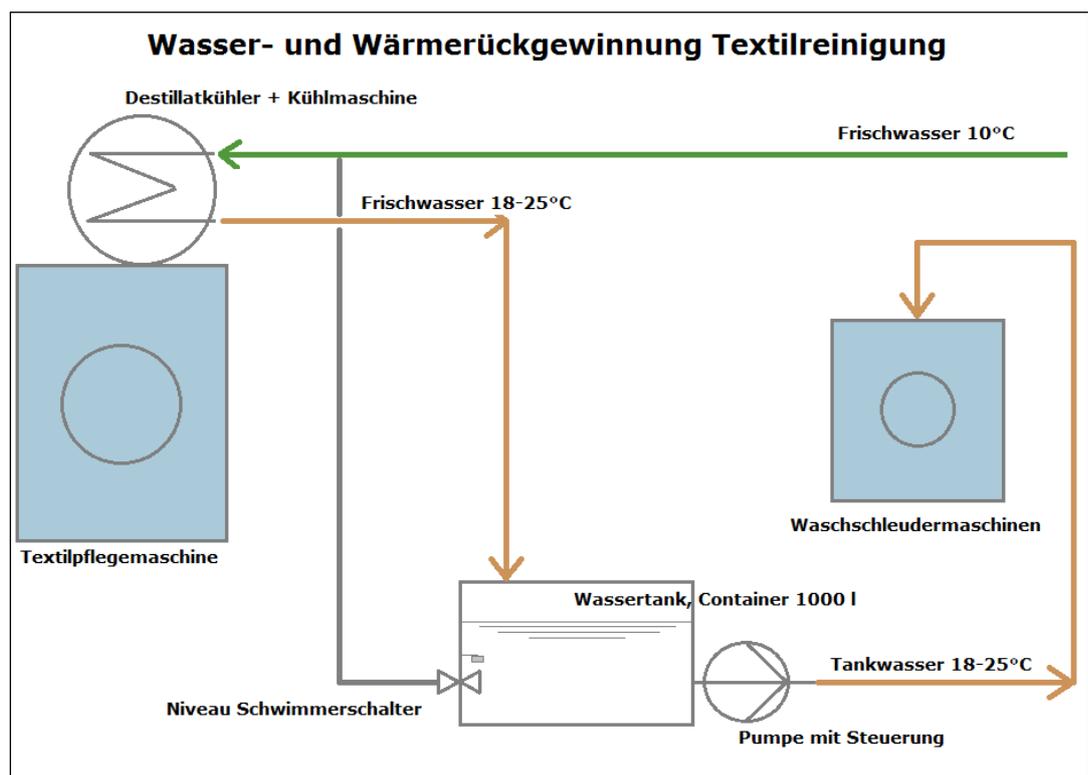
## 4.4 WASCHEN MIT KÜHLWASSER

Das Waschen in Waschschleudermaschinen ist in Kapitel [3.1.1](#) ausführlich beschrieben, die Nassreinigung in Kapitel [4.3](#). Für Textilreinigungen gilt:

Top Empfehlung:

- Kühlwasser-Rückgewinnung lohnt sich immer!

Das zurückgewonnene Kühlwasser kann zum Waschen oder Nassreinigen, aber auch allgemein für WC- und Sanitärbedarf, verwendet werden.



Wasser- und Wärmerückgewinnung Textilreinigung.  
 Grafik: R. Schaerer, Schaerer Textilpflegesysteme AG.

### Kenngrossen

- Die Wasserausgangstemperatur beträgt je nach Maschinentyp ca. 20-30°C. Je nach Maschinengrössen fallen unterschiedliche Wassermengen an:
  - 16 kg Beladepazität = 250-300 Liter/Charge
  - 20 kg Beladepazität = 220-350 Liter/Charge
  - 30 kg Beladepazität = 300-600 Liter/Charge

- Ein oder zwei Tanks mit einem Fassungsvermögen von mindestens 600 Litern sind sinnvoll.
- Die Tanks sollten eine schwimmergeschaltete Niveausteuernng haben und müssen regelmässig gereinigt werden.

### Kosten und Amortisation

Die Investitionen für einen Wassertank und die notwendigen Installationen betragen je nach örtlichen Gegebenheiten ca. Fr. 4'000.-.

#### Berechnungsbeispiel mit realistischen Annahmen und Preisen (2013)

##### Zuordnung Variablen und Konstanten:

Wasservolumen/Jahr [V]:	$2.5 \text{ m}^3 \times 250 \text{ Tage} = 625 \text{ m}^3$
Temperaturdifferenz TAusgang-TEingang [T]:	$25^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 15^\circ\text{C}$
Energiedichte Wasser [ $\omega$ ]:	$4.1867 \text{ MJ/m}^3$
Umrechnungsfaktor kWh [F1]:	$1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$
Umrechnungsfaktor Liter Öl [F2]:	$1 \text{ Liter Öl} = 10 \text{ kWh}$
Wasserpreis [CHF1]:	$4.00 \text{ CHF/m}^3$
Ölpreis (Quelle: Migrol, Stand 02.11.2012) [CHF2]:	$1.009 \text{ CHF/Liter}$

##### Berechnung:

$$\text{Einsparung: } (V \times \text{CHF1}) + (((V \times T \times \omega) / F1) / F2) \times \text{CHF2} = \text{CHF } 3'600.10$$

$$\text{Investition: } \text{CHF } 4'000.00$$

$$\text{ROI (return on investment): } \text{YE (Jahre) } 1.111$$

**--> In wenig mehr als einem Jahr sind die Kosten wieder eingespart!**

Bei der Planung müssen die örtlichen Gegebenheiten wie Platzbedarf für den Tank sowie Leitungsverlauf und Installationsaufwand geprüft werden.

## 4.5 VAKUUM

Top Empfehlung:

- Zentrale Vakuumpumpe nicht permanent laufen lassen

In vielen Betrieben gibt es eine zentrale Vakuumpumpe. Da heute vorwiegend Blasbügeltische mit eigenem Lufthaushalt verwendet werden, wird das Vakuum oft nur noch zum Detachieren benötigt. Hier ist darauf zu achten, dass die Pumpe nur bei konkretem Absaugbedarf läuft.

**Tipp:** Ein- und Ausschalten der Vakuumpumpe mit dem Fusspedal für die Absaugfunktion kombinieren.

## 4.6 FINISHEN

Im ganzen Finishbereich und unabhängig von den verwendeten Maschinen und Geräten gilt:

Top Empfehlungen:

- Gute Auslastung hilft Energie sparen
- Nicht in Betrieb stehende Geräte konsequent ausschalten
- Wenn möglich Dampf, Strom und Druckluft ausschalten

Es kann nicht generell festgehalten werden, ob Bügeln oder Finishen resp. Pressen die energiesparendere Variante ist.

- Ein Bügeleisen verbraucht ca. 5 kg Dampf/h
- Eine Presse verbraucht zwischen 20 und 40 kg Dampf/h

Entscheidend ist der Verbrauch pro bearbeitetem Stück und dieser hängt natürlich wesentlich von der Stundenleistung des Personals ab.

### 4.6.1 Bügeln

Top Empfehlung:

- Beheizte Bügeltische sollten ersetzt werden

Auch Bügeleisen sollten konsequent abgeschaltet werden. Kaltbügeltische entsprechen dem heutigen Stand der Technik.

### 4.6.2 Pressen

Top Empfehlung:

- Abstrahlungsflächen der Presskörper isolieren

Weil Nachrüstung schwierig ist, sollte beim Neukauf auf eine optimale Isolierung geachtet werden.

### 4.6.3 Taktfinisher

Top Empfehlungen:

- Geschlossene Kabinen verwenden
- Wenn möglich mit Rückgewinnung der Luft oder der Wärme

Vermeehrt kommen Finisher mit geschlossenen Kabinen oder sogenannten Einhausungen auf den Markt. Auch flexible Einhausungen mit Kunststoffvorhängen wurden an der Branchenmesse Texcare 2012 in Frankfurt am Main (D) gezeigt. Die unerwünschte Aufheizung des Raumklimas wird dadurch reduziert und die warme Luft kann dem Trocknungsprozess wieder zugeführt werden. Dies kann direkt über einen Wärmetauscher erfolgen.

## 4.6.4 Hemdenfinish

### Grundsatzfrage: Gepresste oder geblasene Hemden?

Diese Fragestellung umfasst verschiedene Facetten. Der unterschiedliche Griff der Hemden, Häufigkeit von defekten Knöpfen, die allfällige Zugabe von Ausrüstungsprodukten beim Spülen sowie insbesondere der unterschiedliche Investitions- und Platzbedarf sind sicher vorrangige Entscheidungskriterien. Nachfolgend soll aber der Energieverbrauch im Zentrum stehen. Entscheidend beim Vergleich des Energieverbrauchs ist die erreichte Stundenleistung. Lieferantenangaben und Praxiserfahrungen klaffen hier weit auseinander. Es gibt deshalb keine verlässlichen Zahlen zum Energieverbrauch pro Hemd.

#### 4.6.4.1 Hemdenfinisher

Top Empfehlungen:

- Restfeuchte optimieren
- Mindestens drei Programme im Repertoire haben (für dünne/mittlere/dicke Hemden)
- Testweise Dampfstoss verkürzen oder gar eliminieren
- Systeme mit Rückgewinnung verwenden
- Die Wartung ist sehr wichtig – Filter sollten täglich gereinigt werden

- Die **Restfeuchte** ist entscheidend für die Trocknungszeit. 5-8 Minuten schleudern bei maximalem G-Faktor ist sinnvoll. Antrocknen oder auflockern im Tumbler kann die Leistung auf dem Finisher verbessern, kostet aber auch Energie (ausser wenn nur mit Restwärme aufgelockert wird).
- **Drei unterschiedliche Programme** für dünne/mittlere/dicke Hemden können Unterschiede in der Trocknungszeit von bis zu 100% zur Folge haben. Erfahrungen aus der Praxis zeigen aber, dass selten umgestellt und oftmals den ganzen Tag mit dem gleichen Programm gearbeitet wird. **Mitarbeiterschulung ist hier sehr wichtig.**
- Der **Dampfstoss** von meist etwa 4 Sekunden ist ein grosser Energiefresser. Er kann versuchsweise auf 3 oder 2 Sekunden verkürzt oder gar ganz weggelassen werden.

**Tipp:** Dampfstoss versuchsweise weglassen und Finishergebnis genau im Auge behalten.

- Die **Rückgewinnung** der in den Raum abgegebenen Heissluft ist mittlerweile Standard. Die Abzugshaube/Mütze sollte möglichst nahe an der Büste sein. Dies kann allerdings Probleme mit zusätzlichen Pressplatten für den Schulterbereich verursachen. Messungen betreffend unterschiedlicher Effizienz von Rückgewinnungssystemen über oder hinter der Büste liegen bis jetzt nicht vor.
- **Wartung:** Verschmutzte oder gar verstopfte Filter, Lüfterräder und Dampfregister schränken die Leistung ein und erhöhen den Energieverbrauch. Regelmässige und dokumentierte, fachgerechte Wartung ist deshalb zwingend.

### **Interessante Neuigkeiten – das sollte im Auge behalten werden**

#### *a) Restfeuchte-Steuerung*

Der Trocknungsprozess wird automatisch abgebrochen, wenn an der Knopfleiste eine vorbestimmte Temperatur erreicht wird. Das würde das Anwählen von verschiedenen Programmen überflüssig machen. Richtig eingestellt könnte jeder überflüssige Energieverbrauch aufgrund zu langer Trocknungszeit vermieden werden.

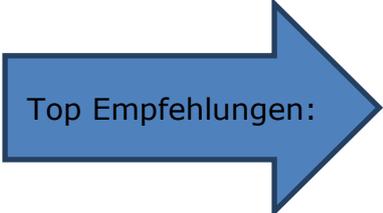
#### *b) Elektronisch gesteuertes Kondensat-System*

Ein elektronisch gesteuertes Kondensat-System mit einer Staustrecke vor dem Ableiter soll den Betrieb mit reduzierter Heizleistung ermöglichen. Es ist unklar, ob damit auch eine Energieeinsparung verbunden ist.

### **Offene Fragen im Zusammenhang mit Hemdenfinishern**

- Ob drehzahlregulierte Ventilatormotoren weniger Elektrizität verbrauchen, ist nicht belegt.
- Zusätzliche Pressplatten für den Schulterbereich und Manschetten-Schlitz haben einen Mehrverbrauch an Dampf zur Folge. Die Menge ist kaum messbar und schwierig mit den möglichen Qualitätsverbesserungen in Beziehung zu setzen.

#### 4.6.4.2 Hemdenpresse



Top Empfehlungen:

- Doppelrumpfkabinett spart Dampf
- Wärme- resp. Luftrückgewinnung auch bei Pressen sinnvoll

- Hemdenpressen können eine grosse Stundenleistung liefern.
- Pressplatten strahlen in die Umgebung ab, weshalb auch hier das Abschalten bei Nichtgebrauch sehr wichtig ist.
- Auch bei Hemdenpressen kann die warme Luft aufgefangen und wiederverwendet werden. Oder es kann über einen Wärmetauscher die Zuluft vorgewärmt werden.
- Kabinen oder zeltartige Einhausungen sind vor allem bei Doppelrumpfkonstruktionen im Angebot.

## 5 SCHLUSSWORT

Das RessEff-Projektteam will die Branche motivieren, kleine und grosse Projekte zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Angriff zu nehmen! Dazu haben wir den gesamten Aufbereitungsprozess in Wäschereien und Textilreinigungen genau analysiert und für Sie in vorliegendem Ordner zusammengefasst. Wir haben nach bestem Wissen und Gewissen zahlreiche Empfehlungen, Massnahmen und Tipps für entsprechende Projekte aufgelistet. Nun liegt die Initiative bei Ihnen! Wir sind überzeugt, dass sich jeder mithilfe dieses Handbuchs das nötige Wissen aneignen kann, um neue Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in sinnvoller Reihenfolge anzupacken.

Einen einfachen Einstieg in dieses Thema bildet die Informationsplattform [www.proofit.ch](http://www.proofit.ch) mit integriertem Nachhaltigkeits-Effcheck. proofit liefert eine erste Standortbestimmung in Sachen Ressourceneffizienz resp. -management im eigenen Betrieb.

Die Verringerung des Energie- und Ressourcenverbrauchs bringt nicht nur finanzielle Vorteile, sondern ist auch ein wichtiger Teil zum Nachweis nachhaltiger Unternehmensführung. Und zu guter Letzt macht es auch Spass, insbesondere wenn Sie Ihre Fortschritte mit Ihren Branchenkollegen vergleichen können. Nutzen Sie dazu die Möglichkeit des anonymisierten Zahlenvergleichs im internen Bereich der VTS-Website [www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch). Das Online-Benchmarking liefert eine wertvolle Standortbestimmung und Hinweise zu weiterem Einsparpotential.

Der Verband Textilpflege Schweiz will auch weitergehende Unterstützung bieten und wird in Anschlussprojekten einzelne Themen aufnehmen – so beispielsweise in Form von Beratungsleistungen oder Workshops. Bei Fragen können Sie auch jederzeit die RessEff-Projektleitung oder die VTS-Geschäftsstelle kontaktieren (vgl. [Impressum](#)).

Wir hoffen, dass wir Ihnen mit diesem Handbuch die Freude und den Spass, der uns selber gepackt hat, weitergeben konnten. Ein Erfolgserlebnis bei der Ressourcenoptimierung kann begeistern und zum Weitermachen animieren. Hoffentlich finden Sie, liebe Leserin, lieber Leser, den Ansporn, neue Massnahmen und Projekte umzusetzen und den Drang, sich im Vergleich zu den Mitbewerbern zu verbessern – somit hätten wir unser Ziel erreicht.

## 6 ANHANG

### 6.1 MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE

#### 6.1.1 Mitgliedschaften

Es gibt in der Schweiz und Deutschland verschiedene Organisationen, die sich im Rahmen ihrer Zielsetzungen mit dem Thema Ressourcenoptimierung befassen. Allgemeingültige Empfehlungen für eine Mitgliedschaft sind nicht möglich, jeder Betrieb muss anhand einer Kosten-/Nutzenbetrachtung selber entscheiden, welche Mitgliedschaften für ihn von Nutzen sein können.

##### **VTS Verband Textilpflege Schweiz ([www.textilpflege.ch](http://www.textilpflege.ch))**

Der Verband Textilpflege Schweiz VTS ist Repräsentant und Sprecher der schweizerischen Textilpflegebranche. Er vereint als Arbeitgeber- und Fachverband über 200 Textilreinigungen, Wäschereien und Zulieferfirmen mit insgesamt rund 3000 Beschäftigten. Der VTS pflegt das Image der Branche und ist Träger der beruflichen Grundbildung Textilpfleger/in EFZ. Ebenso ist er Träger des Projekts RessEff «Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien» und Herausgeber des vorliegenden Handbuchs.

##### **SFTV Schweizerische Fachvereinigung Textilpflege und Versorgung ([www.fachvereinigung.ch](http://www.fachvereinigung.ch))**

Die SFTV definiert die berufliche Weiterbildung und das Networking als ihre Schwerpunkte. Sie unterstützt ihre Mitglieder bei der Teilnahme am RessEff-Teilprojekt «Benchmarking».

##### **EnAW Energie-Agentur der Wirtschaft ([www.enaw.ch](http://www.enaw.ch))**

Über diese Organisation ist eine Befreiung von der CO<sub>2</sub>-Abgabe mit zwei verschiedenen Modellen möglich. Das teilnehmende Unternehmen verpflichtet sich dabei, seinen Verbrauch an fossiler Energie und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu reduzieren. Bisher machen 11 Wäschereien von dieser Möglichkeit Gebrauch und haben sehr gute Erfahrungen gemacht. Ab 2013 setzt die EnAW ein neues Softwaretool auf Excel-Basis ein. Der Betrieb hat damit neu die Möglichkeit, seinen ganzen Ressourcenverbrauch online zu erfassen. Die Administration wird dadurch vereinfacht. Mit der ab 2014 geplanten schrittweisen weiteren Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Abgabe wird dieses Befreiungsmodell für viele Betriebe interessant.

**DTV Deutscher Textilreinigungs-Verband ([www.dtv-bonn.de](http://www.dtv-bonn.de))**

Der DTV ist der deutsche Dachverband für Textilreinigungen und gewerbliche Wäschereien.

**intex Industrieverband Textil Service ([www.intex-verband.de](http://www.intex-verband.de))**

intex ist der deutsche Verband für industrielle Wäschereien und Textilservice-Unternehmen.

**GG Gütegemeinschaft sachgemässe Wäschepflege ([www.waeschereien.de](http://www.waeschereien.de))**

Neben den anerkannten Gütesiegeln (RAL-Gütezeichen) und der Qualitätskontrolle durch die Hohensteiner Institute bietet diese Organisation ihren Mitgliedern ein breites Spektrum an Informationen, Kursen und Veranstaltungen an. Geplant ist die Einführung eines «Umweltgütesiegels», welches auch die Ressourceneffizienz beinhalten soll.

**CINET Comité International de l'Entretien du Textile ([www.cinet-online.net](http://www.cinet-online.net))**

CINET ist der internationale Dachverband für Textilpflegebetriebe (gewerbliche Wäschereien und Textilreinigungen).

**ETSA European Textile Service Association ([www.etsa-europe.org](http://www.etsa-europe.org))**

Die ETSA ist der europäische Dachverband für industrielle Wäschereien und Textilservice-Unternehmen.

**EFIT Europäische Forschungsvereinigung Innovative Textilpflege e.V. ([www.efit-textilpflege.de](http://www.efit-textilpflege.de))**

Die EFIT ist ein Zusammenschluss von mehreren hundert Textilpflegebetrieben, vorwiegend im deutschsprachigen Raum. Mitglieder profitieren von einer engen Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsinstituten und von der Teilnahme am Qualitätssicherungssystem Fashion-Care ([www.fashioncare.de](http://www.fashioncare.de)).

**wfk - Cleaning Technology Institute e.V. ([www.wfk.de](http://www.wfk.de))**

Deutsches Forschungsinstitut mit Kernkompetenz auf den Gebieten Reinigung, Wiederaufbereitung und Hygiene verschiedenster textiler Materialien. Unter anderem werden auch anwendungstechnischen Prüfungen und Analysen von Wasch-, Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sowie Desinfektions- und Hygienekontrollen erbracht.

**Hohenstein Institute ([www.hohenstein.de](http://www.hohenstein.de))**

Unabhängiges deutsches Forschungs- und Prüfungsinstitut für die gesamte textile Wertschöpfungskette. Kernkompetenz bilden die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung sowie ein breites Spektrum von Textilprüfungen und Zertifizierungen.

### 6.1.2 Förderbeiträge

Es lohnt sich, vor Investitionsentscheiden zu Ressourcenoptimierungsprojekten und vor Inangriffnahme der Arbeiten, die Möglichkeiten von Förderbeiträgen konkret zu prüfen. *Achtung:* In vielen Fällen ist eine Förderung nach Auslösung des Investitionsentscheids ausgeschlossen.

Da es unzählige, örtlich stark variierende und Wechsell unterworfenene Förderinstrumente gibt, wird an dieser Stelle bewusst auf eine detaillierte Auflistung verzichtet. Auf jeden Fall zu beachten sind die Förderprogramme der Kantone, Städte und Gemeinden sowie Kampagnen von regionalen Elektrizitäts- und Erdgasversorgungsunternehmen.

Der Link [www.energiefranken.ch](http://www.energiefranken.ch) gibt einen guten Überblick über die aktuell existierenden Fördermöglichkeiten. Ergänzend kann sich ein Gespräch mit der regionalen und/oder kantonalen Energiefachstelle lohnen.

Zusätzlich ist an dieser Stelle [www.klimastiftung.ch](http://www.klimastiftung.ch) zu erwähnen. Diese, von Schweizer Grossfirmen mit ihren CO<sub>2</sub>-Abgaben alimentierte Stiftung, unterstützt mit einem sehr einfachen und effizienten Verfahren Investitionen, die zum Ziel haben, den Verbrauch fossiler Brennstoffe und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoss mit technischen Massnahmen zu senken.

## 6.2 FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN

Fachbegriffe	
<b>Primärenergie (PE)</b> Energiequellen die in natürlicher Form zur Verfügung stehen (Sonne, Wasser, Wind, Öl, Kohle, Gas, Holz, Uran).	
<b>Endenergie (EE)</b> Energie, die dem Verbraucher zur Verfügung steht (z.B. Heizöl im Tank, Strom aus dem Hausanschluss).	
<b>Nutzenergie (NE)</b> Energie, die nach der (mit Verlust verbundenen) Umwandlung der Endenergie zur Verfügung steht (z.B. Dampf, Thermoöl, technische Kälte, Druckluft).	
<b>Energiebedarf (EB)</b> Energie, die (ohne Berücksichtigung von Verlusten) für einen Prozess nötig ist (z.B. Energie für Erwärmung/Verdampfung von Wasser).	
<b>Energieverbrauch (EV)</b> Energie, die für einen Prozess tatsächlich benötigt wird (z.B. Energieverbrauch Trockner), i.d.R. gemessen.	
<b>Wirkungsgrad (WG)</b> Quantifizierung der Effizienz von Energiewandlungen/-übertragungen (auch Nutzungsgrad, Arbeitszahl).	
<b>Umwandlungsverlust</b> Quantifizierung des Verlusts, der bei Energiewandlung/-übertragung entsteht.	
<b>Wärmerückgewinnung (WRG)</b> Nutzung von anfallender Abwärme im gleichen Prozess ohne wesentliche Zeitverschiebung.	
<b>Abwärmenutzung (AWN)</b> Nutzung von anfallender Abwärme in anderen Prozessen, auch zeitverscho-ben.	
<b>Wärmetauscher (WT)</b> Apparat zur Übertragung von thermischer Energie von einem Stoffstrom auf einen andern.	
Umrechnungsfaktoren	
<b>1 Kilowattstunde (kWh):</b> = 859.8 kcal = 3'600 kJ (3.6 MJ)	<b>1 lt Heizöl:</b> = 9.94 kWh = 0.84 kg
<b>1 m<sup>3</sup> Erdgas:</b> = 11.2 kWh* *das wird verrechnet, genutzt werden kann 10.1 kWh	<b>1 kg Propangas:</b> = 12.7 kWh = 1.96 lt
<b>1 lt Benzin / Diesel:</b> = 10 kWh	<b>1 kg Holzpellets:</b> = 16–19 MJ (je nach Qualität)





### 6.3.3 Wöchentliche Kontrollen Dampfgenerator

Speisewassergefäß Nachspeisung - Ablesung Wasseruhr				Generator Ein-/Ausschalt- zyklen			
Zählerstand	Verbrauch	Meldung wenn Verbrauch höher als 8 m3/Woche! Visum		Betriebsstunden	Zyklen	Ø - Schaltzyklen/Std.	Visum
Vortrag	2413	xxx	xxx	643	1689	xxx	xxx
06.01.2013	2419	6	RV	655	1723	2.83	RV
13.01.2013							
20.01.2013							
27.01.2013							
03.02.2013							
10.02.2013							
17.02.2013							
24.02.2013							
03.03.2013							
10.03.2013							
17.03.2013							
24.03.2013							
31.03.2013							
07.04.2013							
14.04.2013							
21.04.2013							
28.04.2013							
05.05.2013							
12.05.2013							
19.05.2013							
26.05.2013							
02.06.2013							
09.06.2013							
16.06.2013							
23.06.2013							
30.06.2013							

### 6.3.4 Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers

Inspektionen / Service		Wartungsarbeiten nach Angaben der Hersteller			Prozesseigner: Aktueller Stand:	
Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers H = halbjährlich; J = jährlich; nach Bedarf						
Datum der Arbeit eintragen						
		Kontroll-Rhythmus	Prüfung	Prüfung		
Enthärtungsanlage	intern	Ph Stäbchen, Pufferlösung		2J		
Dampfkessel	extern	Servicevertrag		J		
Innere Kesselprüfung	extern	SVTI Inspektion		3J		
Kompressor 1 + 2	extern	Servicevertrag		J		
Drucklufttrockner	extern	Servicevertrag		J		
Innere Druckluftbehälterprüfung	extern	SVTI Inspektion		5J		
Brennerservice	extern	Servicevertrag		J		
Niveauruhr Speisewasser	intern	Reinigung		J		
Schmutzfänger Speisepumpen	intern	Reinigung		J		
Rolltore	extern	Servicevertrag		J		
Eichung der Bodenwaage	extern	kantonales Eichamt		2J		
Service nach Handbuch Supertrack	intern	Angaben Hersteller		H		
Service nach Handbuch GZA	intern	Angaben Hersteller		H		
Desinfektion Waschsystm	intern	Auskochen		J		
Service nach Handbuch Waschsystm	intern	Angaben Hersteller		H		
Service nach Handbuch Mängen	intern	Angaben Hersteller		H		
Service nach Handbuch Finisher	intern	Angaben Hersteller		H		
Service nach Handbuch Frottee	intern	Angaben Hersteller		H		
Service nach Handbuch Kleinmaschinen	intern	Angaben Hersteller		H		
Feuermelder	extern	Servicevertrag		H		
Feuerlöscher testen	extern	Servicevertrag		3J		
Waschflotte, Leitwert, PH, Temp.	extern	Servicevertrag		H		
Waageichung Waschstrasse	intern	Ableichung mit Bodenwaage		H		
Talimex Oilleitungsleckkontrolle	extern	Servicevertrag		2J		
Gasschnüffleranlage	extern	Servicevertrag		J		
Gasverdampfer	extern	Servicevertrag		J		

### 6.3.5 Maschinen- und Fahrzeughistorie

	<b>Maschinen und Fahrzeughistorie</b>	FL 305 a			
		Prozesseigner: Aktueller Stand/Freigabe:			
<p>Maschine/Fahrzeug: _____</p> <p>Neupreis: _____</p> <p>Beschaffungsdatum: _____</p> <p>Lieferant: _____</p>					
Datum:	Ereignis: <small>Service, Reparatur, Unfall</small>	Ausgeführte Arbeiten: <small>Olwechsell, ersetzte Teile, bes. Bemerkungen etc</small>	Erledigt durch:		
			Selber	extern	Kosten

### 6.3.6 Lagerbuchhaltung Chemie/Material

Chemieverbrauch						
	EK-Preis	Lagerbestand Ende Vormonat	Einkauf laufend der Monat	Lagerbestand Ende aktueller Monat	Summe Verbrauch	Betrag
Waschmittel 1	SFr. 5.00	200 kg	1980 kg	320 kg	1860 kg	SFr. 9'300.00
Waschmittel 2	SFr. 4.00	360 kg	2400 kg	200 kg	2560 kg	SFr. 10'240.00
Waschmittel 3						
Waschmittel 4						
Waschmittel 5						
Waschmittel 6						
Waschmittel 7						
Waschmittel 8						
Waschmittel 9						
Waschmittel 10						
Waschmittel 11						
Waschmittel 12						
<b>Total Chemie</b>		<b>360 kg</b>		<b>520 kg</b>	<b>4420 kg</b>	<b>SFr. 19'540.00</b>
<b>Chemiekosten</b>						
<b>Total Kilo Monat</b>	<b>Chemie Monat</b>	<b>Fr./Kg</b>				
120'000	SFr. 19'540.00	0.163				
<b>Total Chemiekosten Monat</b>		<b>SFr. 19'540.00</b>				
Chemieinventar Monat:	Februar					

Bestellung Chemie		120'000.00		0.00		Total Einkauf Monat		SFr. 1700.00		Lagerwert		SFr. 1'200.00	
Produkt	Einsatzzwecke	Verbrauch p kg,	Bedarf Monat	Aktuell an Lager	Bestand Ende Monat	Gebinde an Lager	Gebinde an Lager	Bestellen	Gebinde Grösse	Bestellte Menge	EK-Preis	Lagerwert	
Waschmittel 1	Waschmittel	10 g/kg	1200 kg	120 kg	-1080 kg	2.00	2.00	3	60 kg	180 kg	SFr. 900.00	SFr. 600.00	
Waschmittel 2	Waschmittel	11 g/kg	1320 kg	150 kg	-1170 kg	3.00	3.00	4	50 kg	200 kg	SFr. 800.00	SFr. 600.00	
Waschmittel 3	Neutralisation	12 g/kg	1440 kg	280 kg	-1160 kg	4.00	4.00		70 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 4	Weichmacher	13 g/kg	1560 kg	275 kg	-1285 kg	5.00	5.00		55 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 5	Alkalispender	14 g/kg	1680 kg	8100 kg	6420 kg	6.00	6.00		1350 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 6	Wäschestärke	15 g/kg	1800 kg	420 kg	-1380 kg	7.00	7.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 7	Waschmittel	16 g/kg	1920 kg	4800 kg	2880 kg	8.00	8.00		600 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 8	Opt. Aufheller	17 g/kg	2040 kg	630 kg	-1410 kg	9.00	9.00		70 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 9	Bleichmittel	18 g/kg	2160 kg	600 kg	-1560 kg	10.00	10.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 10	Weichmacher	19 g/kg	2280 kg	660 kg	-1620 kg	11.00	11.00	3	60 kg	180 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 11	Weichmacher	20 g/kg	2400 kg	720 kg	-1680 kg	12.00	12.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	
Waschmittel 12	Bleichmittel	21 g/kg	2520 kg	4000 kg	1480 kg	4.00	4.00		1000 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00	

Legende:

Alkalisch

Neutral

Sauer

Monat:

März

Datum:

04.03.2013

Unser Zeichen:

Produktion 1

Produktion 2

## 6.4 LINKS

Links	
<a href="http://www.bfe.admin.ch">www.bfe.admin.ch</a> / <a href="http://www.bafu.admin.ch">www.bafu.admin.ch</a> Offizielle Websites der Bundesämter für Energie und Umwelt.	
<a href="http://www.druckluft.ch">www.druckluft.ch</a> Tipps zur Erhöhung der Effizienz von Druckluftanlagen.	
<a href="http://www.enaw.ch">www.enaw.ch</a> Energie-Agentur der Wirtschaft (CO <sub>2</sub> -Rückerstattung).	
<a href="http://www.energie.ch">www.energie.ch</a> Informationsplattform für Energieeffizienz, Energie- & Antriebstechnik.	
<a href="http://www.energie-schweiz.ch">www.energie-schweiz.ch</a> Informationsplattform in Partnerschaft zwischen öffentlicher Hand, Privatwirtschaft, Umweltverbänden und Konsumentenorganisationen.	
<a href="http://www.energieeffizienz.ch">www.energieeffizienz.ch</a> Informationsplattform der schweizerischen Agentur für Energieeffizienz.	
<a href="http://www.energiefranken.ch">www.energiefranken.ch</a> Überblick über Fördermöglichkeiten.	
<a href="http://www.infoenergie.ch">www.infoenergie.ch</a> Energieseite der Nordwestschweizer Kantone.	
<a href="http://www.klimastiftung.ch">www.klimastiftung.ch</a> Förderung von Investitionen zur CO <sub>2</sub> -Reduktion.	
<a href="http://www.profit.ch">www.profit.ch</a> Informationsplattform mit Nachhaltigkeits-Effcheck für Wäschereien und Textilreinigungen.	
<a href="http://www.textilpflege.ch">www.textilpflege.ch</a> Website des Verbandes Textilpflege Schweiz VTS.	
<a href="http://www.topmotors.ch">www.topmotors.ch</a> Informationen zur Optimierung von Motoren.	
<a href="http://www.topten.ch">www.topten.ch</a> Liste der energieeffizientesten Geräte.	
<a href="http://www.waescherei-technik-forum.de">www.waescherei-technik-forum.de</a> oder <a href="http://www.reinigungstechnik-forum.de">www.reinigungstechnik-forum.de</a> Austauschplattform der wichtigsten deutschsprachigen Branchenorganisationen zum Thema Textilpflege-Technik.	
Websites der Sponsoren des Handbuchs	
<a href="http://www.jensen-group.com">www.jensen-group.com</a>	<a href="http://www.kannegiesser.com">www.kannegiesser.com</a>
<a href="http://www.bezema.com">www.bezema.com</a>	<a href="http://www.biko.ch">www.biko.ch</a>
<a href="http://www.bms-ch.com">www.bms-ch.com</a>	<a href="http://www.burnushychem.com">www.burnushychem.com</a>
<a href="http://www.christeyns.com">www.christeyns.com</a>	<a href="http://www.ecolab.com">www.ecolab.com</a>
<a href="http://www.schaerer-textil.ch">www.schaerer-textil.ch</a>	

## 6.5 STICHWORTVERZEICHNIS

- Abkühlprozess im Trockner (siehe Trockner)
- Abluftkanal 50, **106**, **117**
- Abluftwärmetauscher 46, 108, **115f.**, 118f., 136
- Absalzen 32
- Absaugung 68, 105, 112, **114**
- Abschlämmen 17, **32**, 64
- Absperrventil 32f.
- Abwärmenutzung AWN 14, **44ff.**, 64, 79, 111, 115f., 141
- Abwasserwärmetauscher 82f., 96ff.
- Abzugshaube **20**, 135
- Anpressdruck 112f.
- Anschlusswert **71**, 89
- Antriebsenergie **79**, 82
- Arbeitsbreite 112f.
- Aufhärtung 125
- Aufheizzeit (siehe Heizen)
- Ausschaltpunkt **26**, 39f.
- Badwechselspülen 88
- Beladung **76ff.**, 92, **103f.**, 110f.
  - Nennbeladung 90f., 92
  - Unterbeladung 90, 103f., 110
- Belegung an der Mangel (Auslastung) 112ff.
- Benchmarking 7, 9, 15, **17f.**, 73, 137
- Bio-Energie 54
- Biomasse 24f.
- Blasbügeltisch 132
- Blaspuppen (siehe Hemdenfinish)
- Bogensieb 92f.
- Brennerlaufzeit 26
- Brennwert/-technik 24, **26f.**, 52
- Brügendampf **27ff.**, 34, 83, 120f.
- Bügeln 128, 129, 132, **133**
  - Bügelaufwand 129
  - Bügeleisen 132, **133**
  - Bügelqualität 114
- Chemie/Chemikalien 28, 63ff., **66ff.**, 73f., 76f., 121, 128f., 147f.
  - Chemiekosten 79, 91
  - Chemierückstände 118
  - Chemikalienverbrauch 18, 65, **147f.**
- CO<sub>2</sub>-Emission/-Ausstoss **24**, 61, 138, 140
- Cool-down 95, **117**
- Dämmung 19
- Dampf
  - Brügendampf (siehe dort)
  - Dampfdruck **25ff.**, 36, 114
  - Dampferzeuger 17, **120ff.**
  - Dampfheizung 16, 75, 77f., **89**
  - Dampfkesselgrösse 28, **31f.**
  - Dampfnetz/-leitungen 25f., 32ff., **36f.**, 89
  - Dampfstoss 28, **134f.**
  - Dampfventil **32ff.**, 35, 99
  - Elektrodampfkessel (siehe dort)
  - Entspannungsdampf (siehe dort)
  - Schnelldampferzeuger (siehe dort)
  - Sprühdampf (siehe dort)
  - Verdampfung (siehe dort)
  - Verdampfungsenergie (siehe dort)
- Destillation 127
- Detachieren/Detachur 126, **132**
- Dicht/Dichtheit **34f.**, 42, 90, 99
- Doppelrumpfkabinett 136
- Dosieranlage **78**, 128
- Drainage 101
- Drallrohrwärmetauscher **46**, 51
- Druckaufbau 100f.
- Druckluft 37, **38ff.**, 52, 89, 124
  - Bedarfsanalyse Druckluft 39
  - Druckluftherzeuger (siehe Kompressor)
  - Druckluftnetz 41f.
  - Drucklufttrocknung 42
- Druckobergrenze 39f.

- Durchladetrockner (siehe Trockner)  
 Durchlufttrockner (siehe Trockner)  
 ECO-Wirkungsgrad 27ff.  
 Economiser  
 - ECO 1 **29f.**, 120  
 - ECO 2 **29f.**, 52, 120  
 Effektivität 115f.  
 Einhausung 133, 136  
 elektrische Bremswiderstände 76  
 Elektrodampfkessel **122**, 125  
 Elektroheizung/elektrisch beheizt  
 75, 81f., 104, **122**  
 Endschleuderdrehzahl 82  
 Energie-Management-System 16  
 Energieströme **12**, 115f.  
 Entspannungsdampf 116  
 Erdwärme 54  
 Fahrzeuge **61**, 146  
 Faserschutz 128  
 Faustregel  
 - zu Abgaskühlung 27  
 - zu Raumluft 21  
 - zu Spülwassertemperatur 84  
 Finish  
 - Finish in der Textilreinigung  
 129, **132ff.**  
 - Finishprozess 12, 25, 48, **51**, 76  
 - Hemdenfinish (siehe dort)  
 - industrielles Finishen 117ff.  
 - Taktfinisher (siehe dort)  
 - Tunnelfinisher (siehe dort)  
 Flotte/Waschflotte 17, **77f.**, 79, 80,  
 85f., 93f., 115  
 Flottenaustausch 88  
 Flottenverdünnung 77f.  
 Flusen 46, **49**, 56f., 65, 84, 118  
 - Flusenfilter 85, 88, 91, **92f.**, 98  
 - Flusenproblematik **92f.**, 98  
 - Flusensieb 105  
 Frischluftvorwärmung **20ff.**, 105,  
 108  
 Frischwasser/-verbrauch 21f., 28,  
 30, 44, 46, **63ff.**, **83ff.**, 88f., 92,  
 94, 96, 98, 115, 121  
 Frontladetrockner (siehe Trockner)  
 Frottee **77**, 92, 97, 100f., 110  
 Füllverhältnis 77, 128  
 Gasbeheizung/Gasbrenner **16f.**, **24**,  
 52, 96, 104, 108, 112, 119, 122  
 Gastrockner (siehe Trockner)  
 Gegenstrom **87f.**, 97, 118  
 Gegenstromwärmetauscher 46  
 Generator (siehe Schnelldampfer-  
 zeuger)  
 Gesamtpaket 126  
 Geschwindigkeit  
 - bei Tunnelfinisher 118  
 - bei Mangel 68, **112f.**  
 gewichtsabhängige Wasserzugabe  
 77  
 G-Faktor **76**, 101, 134  
 Gleichstromwärmetauscher 46  
 Grüne Wäscherei 16f.  
 Hackschnitzel 25  
 Hartwasser 76, 84, **125**  
 Hauptwaschwasser 91f.  
 Haustechnik 11, **24ff.**  
 Heizen  
 - Dampfheizung (siehe Dampf)  
 - Elektroheizung (siehe dort)  
 - Gasbeheizung (siehe dort)  
 - Heizbandtechnologie 112  
 - Heizbedarf Gebäude 19  
 - Heizenergie 79, 92  
 - Heizleistung 34, 96, 135  
 - Heizregister 103f., 111, 123ff.  
 - Heizzeit/Aufheizzeit 60, 81  
 - Impulsbeheizung (siehe dort)  
 Hemdenfinish 20, 28, 41, 124,  
**134ff.**  
 Holzpellets **24f.**, 141  
 Impulsbeheizung 71  
 Infrarotsensor 105f., **108**  
 Investition 14, 24, 38, 48, **131**,  
 134, **140**  
 Isolation/Isolieren 14, 19f., 28,  
**31ff.**, 82f., 89f., 108, 110, 113,  
 118f., 120, 123, 133

- Isolationsstärke 32f.
- Isoliermanschette flexibel 123
- Jet-Spülen 80f., 88
- Kalkablagerung/Verkalkung 120, 125
- Kanalisation 53, **64f.**, 85, 121
- Kavitation 121
- Kesselhaus **29**, 129
- Kesselspeisewasser 29, 120f.
- Kipptrockner (siehe Trockner)
- Klarwaschen 80, **85ff.**, 115
- Kleiderbügel 70
- Kleintrockner (siehe Trockner)
- Klimastiftung Schweiz 116, 140
- Knitterbildung 129
- Kombiverfahren Textilreinigung 127
- Kompressor **39ff.**, 44, 52
- Kondensat allg. **27ff.**, 83, 111, 115, 121, 124f.
  - Kondensatabkühlung 28, 83
  - Kondensatableiter 28, **34ff.**, 83, 121, 124f.
  - Kondensatleitung/-netz 16, 20, **32f.**,
  - Kondensat-System elektronisch 135
  - kondensierende Wärmetauscher 47ff.
- Kosten-Nutzen-Verhältnis **97f.**, 113
- Kreuzstromwärmetauscher **21f.**, 46, 108f.
- Kühlwasser 21, 128, **130f.**
- Lager/-buchhaltung 66f., **71**, **147f.**
- Leckage/Leck **33f.**, **41f.**, 66, 90, 98
- LED 23
- Leerkammern 90f.
- Leermaterial 72
- Leuchtstoffröhren 23
- Licht 22f.
- Logistik **58ff.**, 71
- Lösemittel 67, **126f.**, 129
- Luftbilanz 21
- Lüftung **20ff.**, 45f., 56f., 117, 123
- Luftführung Trockner (siehe Trockner)
- Luftmengensteuerung 105f.
- Lüftungsklappen 56
- Mangel 15f., 30, 44, 47f., 50ff., 56f., 82, 100f., **112ff.**
  - Mangelabluft 52, 83, 113, **115f.**
  - Mangeltuch 25, 112, **114**
  - Mangelwachs 49, **68**, 114
- mechanische Bremse 75f.
- mechanische Entwässerung 76, **101**, 103
- Mischwasser-Programmierung 83
- Mitstrom 87f.
- modulierende Brenner 24, 26, 122
- Motoren **43f.**, 56, 60, 75f., 78, 88f., 102, 114, 135
- Motorenlabels 43f.
- Nachspülung 77
- Nassreinigung 78, 105, **128f.**
- Niveaumessung 34f.
- Niveausensor 98
- Niveausteuern 85, 131
- Osmoseanlage 28
- Patchmaschinen 60
- Photovoltaik 54f.
- Plastiksäcke/-hüllen 69f.
- Plattenwärmetauscher **29f.**, 46
- Postengrösse 87f.
- Presse
  - Pressdruck 101, **113**
  - Pressenwasser 91f., 97f., **102**
  - Taktpresse (siehe dort)
  - in Textilreinigung 132ff.
- Primärenergie 17f., **24f.**, 26, 31, 44, 79, 91, 96f., 141
- profit **9**, 137,
- Prozessoptimierung 14
- Rauchgas **29f.**, 121
- Raumklima **19f.**, 21, 33, 133
- Raumluft **20ff.**, 129
- Recycling 69f., **72**

- Reinigungsventilator 57
- Reisskraftverlust 65, 81f.
- Restfeuchte 64, 77, 82, **84**, 101, 109, 110, **112f.**, 129, 134f.
- Revisionsklappe 106
- Ringleitung 125
- ROI (return on Investment) **50**, 116, **131**
- Rotationsfilter **92f.**, 98
- Rückgewinnung
  - Wärmerückgewinnung WRG 21f., 28f., **44ff.**, 64, 88, 94ff., 105, 109, 118, 130f., 141
  - Wasserrückgewinnung (siehe dort)
- Rüchläuferanteil 127
- Rücknahmesysteme 70
- Russbildung 104
- Schallmessung 34f.
- Schleudern
  - Schleuderdrehzahl 80, **82**, 101, 113, 128f.
  - Schleuderleistung 101, 126
  - Schleuderzeit optimale 77, **82**, 126, 128f., 134
  - Zwischenschleudern (siehe dort)
- Schnelldampferzeuger 17, **120ff.**
- schonender Umgang mit Textilien 10, **67**, **81f.**, 94f., 110, 129
- Schraubenkompressor 39ff.
- Schweissfläche 71
- Schwimmerschalter 131
- Sicherheitsventil 32, **34f.**
- Silberbronze 33
- Silotank 83
- Sinner'scher Kreis **66f.**, 79, 95
- Solarenergie 24, **54f.**
- Sondermüll 72
- Sonnenenergie 54f.
- Speichertank 44
- Speisewasser **27ff.**, 64, 83, 120ff.
  - Kesselspeisewasser (siehe dort)
  - Speisewasserbedarf **27ff.**, 77
  - Speisewassergefäss **27ff.**, 34, 41, 83, 121ff.
- Speisewassermanagement **27ff.**, 121f.
- Sprinkleranlage 104
- Sprühdampf 28, **117**, 119
- SPS-Steuerung 77, **88ff.**, 118
- Spülwassertemperatur 82, **84**
- Stand-by-Betrieb **43**, 60, **62**, 113
- Stehendes Bad **87f.**, 92
- Strom
  - Stromrekuperation 54f. 96, **102**
  - Stromverbrauch 15, 17, 23, **43f.**, 60, 62, 71, 89, 114, 118
- Taktfinisher 119, 133
- Taktpresse 87, **100f.**
- Taktwaschanlage TWA 16f., 73, 75, **87ff.**, 100f., 107f., 115
- Taktzeit 95, **101**, 107f., 118
- Taktzentrifuge 87f., 92, **100ff.**, 112f., 117
- Tank 28, 44, 48, 56f., **82ff.**, 88, 92, 94, 98, 131
- Tankspülung 83
- Taupunkt 47, 52
- technische Optimierung 14
- Texcare 2012 107, 124, 133
- Textil-/Wäscheschädigung **67**, 79, **81f.**, 91, 104, 110f.
- thermische Entwässerung 84, 101, **103ff.**, 129
- Tourenzahl 128f.
- Transport 10f., **58ff.**, 69f.
- Trocknungszeit **105**, **108ff.**, 111, 126, **129**, **134f.**
- Trockner allg. 104ff., 129ff.
  - Abkühlprozess im Trockner 109
  - Durchladetrockner 105, **107ff.**
  - Durchlufttrockner 109, 111
  - Frontladetrockner 110f.
  - Gastrockner 104
  - Kipptrockner 105
  - Kleintrockner 103, 105, **110f.**
  - Luftführung Trockner 104, **105**
- Trommelbewegung **104f.**, 128

- Tumbler 17, 20, 46, 83, **103ff.**,  
**129**, 134
- Tunnelfinisher 16, 28, 51, **117ff.**
- Übertrocknung 104, **108f.**, **110f.**,  
129
- Ultrafiltration 65
- Umluft 104f., **108f.**, **111**
- Vakuumturbine 132
- Ventilatormotor **20**, 135
- Verbrauchszahlen 7f., 15, **17f.**, 97f.
- Verdampfung 36, 76, 84, **112f.**
- Verdampfungsenergie 84
- Verdünnungsprozess **80f.**, 88
- Verfahrenstechnik 78ff., 90ff.,  
100ff., 126ff.
- Viskosität 64, 84
- VOC 66
- Vorklärung 65
- Vorwaschen **80f.**, **85f.**, 87, 93, 115
- Wäge-Einrichtung 76ff.
- Warenausfall 91, 95, 117
- Warenfluss **58ff.**, 75
- Wärme
- Wärmebedarf 45, **94ff.**, 111
  - Wärmehaushalt 94ff.
  - Wärmepumpentechnik/  
-technologie **53f.**, 96, 111
  - Wärmerückgewinnung (siehe  
Rückgewinnung)
  - Wärmetauscher allg. 21f, 29f.,  
41, **45ff.**, **49ff.**
    - Abluftwärmetauscher (siehe  
dort)
    - Abwasserwärmetauscher  
(siehe dort)
    - Drallrohrwärmetauscher (siehe  
dort)
    - Gegenstromwärmetauscher  
(siehe dort)
    - Gleichstromwärmetauscher  
(siehe dort)
    - kondensierende Wärmetau-  
scher (siehe Kondensat)
    - Kreuzwärmetauscher (siehe  
dort)
    - Plattenwärmetauscher (siehe  
dort)
    - Wärmeübertragung 30, **45ff.**, 52
    - Wärmeverbrauch 15
    - Wärmeverlust **32f.**, 36
- Warmwassertank 82f.
- Wartungsarbeiten 34, **56f.**, **103ff.**,  
135, 142, 145
- Waschbad 81, 128
- Wäscheverschleiss (siehe Textil-  
/Wäscheschädigung)
- Waschmaschinen
- kontinuierliche Waschmaschine  
(siehe Taktwaschanlage)
  - Waschschleudermaschine WSM  
15, 73, **75ff.**, 97, 117
  - Waschstrasse (siehe Taktwasch-  
anlage)
- Waschmechanik 81f., 128
- Waschprogramm 74, 90
- Waschtemperaturen 25, 66, 67, 74,  
79f., **81f.**, **94f.**, 128
- Wasseranschluss 80f., 82, 89
- Wasserhärte **37f.**, 64, 120
- Wasserlaufplan 88, 89, **91f.**
- Wasserqualität 28, 38, 54, **63ff.**,  
73, 84, 120f.
- Wasserrückgewinnung (siehe Rück-  
gewinnung)
- Wasserverbrauch 15, 17f., 54, 56,  
**63ff.**, 73, **79ff.**, 84, **85f.**, **91f.**,  
**97ff.**
- Wasserzulauf **76**, 85f.
- Weichwasser 64, 76, 83, 85f., 125
- Windkraft 24
- Wirkungsgrad 24, **26ff.**, 39f., **43**,  
45, 115, 120
- Zahlenbasis 17f.
- Zentrifuge (siehe Taktzentrifuge)
- Zentrifugenwasser 91f.
- Zielvorstellungen 15ff.
- Zwiebelschalenmodell 14
- Zwischenschleudern 79, 80f., 85f.

## 6.6 IMPRESSUM

### Herausgeber:

Verband Textilpflege Schweiz VTS  
Postfach 5853, 3001 Bern  
Telefon 031 310 20 30, Fax 031 310 20 35  
info@textilpflege.ch, www.textilpflege.ch

### Projektleitung:

Ammann Daniel, WöschChorb, Wallisellen

### Autoren:

Ammann Daniel, WöschChorb, Wallisellen  
Baudat Olivier, Bardusch SA, Yverdon  
Bogdan Andreas, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)  
Gasser Helgar, Christeyns GmbH, Zug  
Kern Daniel, Kern AG, Heiden  
Kobel Rudolf, BIKO AG, Lyssach  
Köhler Lutz, KOL Consulting, Birsfelden  
Leuenberger Andreas, BMS-Energietechnik AG, Wilderswil  
Lorenz Gustav, Lachen  
Michels Rainer, Benken  
Neuenschwander Gerhard, BurnusHychem, Solothurn  
Niggemann Jessica, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)  
Österle Mathias, BEZEMA AG, Montlingen  
Reisinger Martin, Wäscheria Textil Service AG, Samedan  
Roming Jürgen, Ecolab Schweiz GmbH, Muttenz  
Schaerer René, Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fulenbach  
Schneiter Daniel, Lier Energietechnik AG, Dinhard  
Schuster Guntram, Fix AG, Balzers (FL)  
Sumi Hansjörg, HZW Gstaad, Gstaad  
Troxler Vital, Star Clean Consulting AG, Wädenswil  
Wespi Adrian, Textilreinigung Würzenbach, Root  
Wöhler Dr. Mathias, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)  
Zeier Peter, Jensen AG Burgdorf, Burgdorf

Unterstützende Bundesämter:

BFE Bundesamt für Energie  
BAFU Bundesamt für Umwelt

Unterstützende Fachvereine:

SFTV Schweizerische Fachvereinigung Textilpflege und Versorgung  
Vertreter in der Begleitgruppe: Blum Kilian, Wäscherei Regio AG,  
Aesch

Sponsoren:

Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)  
Jensen AG Burgdorf, Burgdorf  
BEZEMA AG, Montlingen  
BIKO AG, Lyssach  
BMS Energietechnik AG, Wilderswil  
Burnus AG Division Hychem, Solothurn  
Christeyns GmbH, Zug  
Ecolab Schweiz GmbH, MuttENZ  
Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fülenbach

Redaktion/Layout:

Depierraz Jürg, Kohler Boris und Saner Melanie, Verbände &  
Kommunikation, Bern

Druck und Ausrüstung:

Geiger AG, Bern

Auflage:

500 Exemplare

Bern, im April 2013